L. LIX. 34
E.

Chem. med.



Ch. a. 1

Lehrbuch

der

physiologischen Chemie.

Zweiter Band.

Lehrbuch

der

physiologischen Chemie.

Von

Prof. Dr. C. G. Lehmann.

Zweiter Band.

Leipzig,
Verlag von Wilhelm Engelmann.
1850.

Vorwort.

Aller Bemühungen ungeachtet, das vorliegende Material, wenn auch möglichst gesichtet, in diesem zweiten Bande zusammenzufassen, sind wir doch gezwungen gewesen, diesen zweiten Band lediglich den thierischen Säften zu widmen, und die Lehre von der chemischen Constitution der thierischen Gewebe und Organe so wie die von den zoochemischen Processen in einem dritten Bande zusammenzustellen. Der Darlegung unsrer jetzigen Kenntnisse von der chemischen Beschaffenheit und Zusammensetzung der thierischen Gewebe werden sich die neuern Untersuchungen über die parenchymatösen Flüssigkeiten verschiedener Organe anschliessen. *Liebig's* glänzendes Beispiel, welches er durch Untersuchung der Fleischflüssigkeit gegeben, hat bereits mehrern Forschern und Forschungen vorgeleuchtet. Die Lehren von dem Verhältnisse der Lebensthätigkeiten zum Chemismus, von der Verdauung und Respiration,

von dem mechanischen und chemischen Stoffwechsel, der Ernährung u. s. w. so wie endlich die Betrachtung der pathologisch-chemischen Processe werden, insoweit sie unsrer Kenntniss zugänglich waren, den noch im Laufe dieses Jahres erscheinenden Schluss vorliegenden Werks bilden.

Leipzig, im Juli 1850.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Einleitung zu den thierischen Säften 1
- Herstellungsweise derselben im Allgemeinen 1
- Allgemeines über deren Analyse 2
- Chemische Controle der Analyse 3
- Physikalische Controle derselben 4
- Behandlungsweise der pathologischen Säftelehre 7
- Mengenverhältnisse der Säfte in Bezug auf den mechanischen Stoffwechsel 8
- Ursprung, Function und Untergang thierischer Säfte 9

Speichel 11
- Eigenschaften 11
- Herstellungsweise 13
- Parotidenspeichel 14
- Submaxillardrüsensecret 17
- Secret der Mundhöhlenschleimhaut 18
- Gemischter Speichel 19
- Analytisches Verfahren 21
- Abnorme Bestandtheile des Speichels 23
- Mengenverhältnisse des abgesonderten Speichels 27
- Physiologischer Werth des Speichels 29

Magensaft 39
- Eigenschaften und Herstellungsweise 39
- Bestandtheile 41
- Künstlicher Magensaft 44

Seite
Abnorme Bestandtheile des Magensaftes.......... 47
Quantitätsverhältnisse.......... 49
Physiologische Function.......... 50
Peptone.......... 51
Galle.......... 56
Herstellungsweise.......... 57
Bestandtheile.......... 58
Quantitative Zusammensetzung.......... 61
Abnorme Bestandtheile.......... 63
Krankhafte Galle überhaupt.......... 65
Analytisches Verfahren.......... 67
Gallenconcremente.......... 69
Mengenverhältnisse der Gallenabsonderung.......... 72
Bildung der Galle.......... 73
Histologische und physiologische Gründe.......... 75
Chemische Gründe.......... 80
Zuckerbildung in der Leber.......... 85
Vergleichung des Pfortadervenen- und Lebervenenblutes.......... 86
Veränderungen der Galle im Darme.......... 93
Function.......... 94
Bedeutung für den Verdauungsprocess.......... 95
Die Leber dient zur Verjüngung oder Bildung der Blutzellen.......... 99
Pankreatischer Saft.......... 105
Eigenschaften und Gewinnungsweise.......... 106
Bestandtheile und Mengenverhältnisse.......... 107
Physiologische Function.......... 108
Darmsaft.......... 111
Eigenschaften.......... 112
Physiologische Function.......... 113
Darminhalt und Excremente.......... 114
Bestandtheile des Dünndarminhalts.......... 114
— — — Dickdarminhalts.......... 118
Gase des Darmkanals.......... 120
Erbrochenes.......... 125
Sarcina.......... 128
Bestandtheile der festen Excremente.......... 133
Mekonium.......... 134

Seite

Grüne Stuhlgänge ... 140
Stuhlgänge in einzelnen Krankheiten ... 143
Darmconcremente ... 144

Blut ... 145
Eigenschaften ... 147
Morphotische Bestandtheile ... 149
Eigenschaften der Blutkörperchen ... 153
Senkungsvermögen ... 154
Färbung des Bluts ... 160
Gestaltveränderungen der Blutkörperchen ... 162
— — durch Flüssigkeiten ... 163
— — durch Gase ... 167
— — innerhalb des lebenden Körpers ... 168
Chemische Bestandtheile der Blutkörperchen ... 172
Gase des Bluts ... 180
Faserstoffschollen ... 182
Farblose Blutkörperchen ... 184
Intercellularflüssigkeit des Bluts ... 185
Gerinnung ... 186
Blutkuchen ... 189
Speckhaut ... 193
Blutserum ... 194
Leichenblut ... 195
Bestandtheile des Serums ... 197
Methoden der Blutanalyse ... 203
Quantitative Bestimmung der feuchten Blutzellen ... 209
Gehalt des Bluts an Blutzellen ... 217
Quantitative Zusammensetzung der Blutzellen ... 222
Faserstoffmengen in gesundem und krankem Blute ... 228
Zusammensetzung des Serums ... 229
Wassergehalt ... 229
Eiweissgehalt ... 234
Fettgehalt ... 237
Gehalt an Extractivstoffen ... 239
Salzgehalt ... 240
Gasgehalt ... 242
Zuckergehalt ... 242
Abnorme Bestandtheile ... 248

Seite
Constitution des Bluts in verschiedenen physiologischen und pathologischen Zuständen ... 244
in verschiednen physiologischen Verhältnissen ... 245
bei Thieren ... 245
in verschiednen Gefässen ... 248
in einzelnen Krankheiten ... 252
Mengen des Bluts im Körper ... 258
Bildungsstätte farbloser Blutzellen ... 260
Bildung farbiger Blutkörperchen ... 263
Function der Blutzellen ... 264
Untergang der Blutzellen ... 269

Chylus ... 271
Morphotische Bestandtheile ... 272
Chemische Bestandtheile ... 274
Analytisches Verfahren ... 276
Mengenverhältnisse ... 282
Bildung ... 284

Lymphe ... 290
Bestandtheile ... 291
Quantitätsverhältnisse ... 294
Entstehung ... 295

Transsudate ... 300
Bestandtheile ... 302
Fibringehalt ... 304
Albumingehalt und Transsudationsverhältnisse desselben ... 306
Uebrige Bestandtheile ... 313
Verhältnisse der Salze in den Transsudaten ... 319
Mengenverhältnisse, Entstehung und Zweck der Transsudate ... 324

Milch ... 325
Eigenschaften und Gewinnungsweise ... 325
Morphotische Bestandtheile ... 326
Chemische Bestandtheile ... 328
Milch verschiedner Thiere ... 334
Methoden der Milchanalyse ... 336
Quantitätsverhältnisse der Milchabsonderung ... 338
Bildung ... 339

Seite

Sperma ... 341
Morphotische Bestandtheile ... 341
Chemische Bestandtheile ... 342
Analytisches Verfahren ... 343

Eiflüssigkeiten ... 345
Dotterflüssigkeit ... 347
Morphotische Bestandtheile ... 347
Chemische Bestandtheile ... 349
Kein Vitellin, sondern Albumin und Caseïn ... 349
Uebrige Bestandtheile ... 351
Eiereiweiss ... 354
Analytisches Verfahren ... 356

Schleim ... 359
Morphotische Bestandtheile ... 361
Chemische Bestandtheile ... 364
Analytisches Verfahren ... 368
Mengenverhältnisse ... 369
Entstehung ... 370

Hautsecrete ... 371
Hautsalbe ... 372
Bestandtheile ... 373
Analytisches Verfahren ... 377
Ursprung ... 378
Schweiss ... 379
Bestandtheile ... 380
Quantitätsverhältnisse ... 383
Ursprung ... 386
Nutzen ... 386

Harn ... 387
Eigenschaften ... 389
Morphotische Bestandtheile ... 390
Normale chemische Bestandtheile ... 393
Saure Reaction ... 398
Sedimentbildung ... 401
Gährung und Sedimentbildung ... 403
Saure Harngährung ... 403
Alkalische Harngährung ... 405

Seite

Concrementbildung 406
Zufällige Bestandtheile 408
Abnorme Bestandtheile 417
Analytisches Verfahren 426
Diagnostische Harnuntersuchung 427
Werth der Bestimmung des Harns 430
Allgemeines über die Methoden der Bestimmung des specifischen Gewichts 433
Quantitative Analyse des Harns 436
Mengenverhältnisse ausgesonderten Harns 442
in verschiedenen physiologischen Zuständen 446
Harn der Thiere 450
Harn in Krankheiten 456

Thierische Säfte.

In der methodologischen Einleitung zur gesammten physiologischen Chemie haben wir bereits (Th. 1. S. 13—15) die Stellung angedeutet, welche die thierische Säftelehre als Mittelglied zwischen der Lehre von den organischen Substraten und der von den zoochemischen Processen einnimmt; wir haben dort auch die Gesichtspunkte näher bezeichnet, von denen aus eine gedeihliche Bearbeitung dieses Theils der physiologischen Chemie erzielt werden kann. Es bleibt uns daher nur übrig, der speciellen Betrachtung derselben einige Worte über die formelle Behandlungsweise der folgenden Capitel vorauszuschicken. Diese Behandlungsweise muss der der organischen Substrate, wie wir sie im ersten Theile durchzuführen versucht haben, im Allgemeinen entsprechen; denn auch hier werden wir zuerst immer die physikalischen und chemischen Charactere jedes Objectes zu erörtern haben. Bei weitem weniger wichtig scheint für den ersten Blick die Darstellungsweise zu sein, da diese Gegenstände gerade in dem Zustande der Untersuchung anheimfallen, in welchem sie uns die Natur unmittelbar bietet. Verlangt aber die Herstellung solcher Objecte auch keine chemischen Mittel, so fehlt es uns hier doch oft sehr an den mechanischen und physiologischen Mitteln, um uns das zur Untersuchung nöthige Material in reinem, d. h. unvermengtem und unzersetztem Zustande zu verschaffen. Von der Herstellungsweise des Objectes ist oft das Resultat der ganzen chemischen Operation abhängig; ja wir werden uns überzeugen, dass eine unpassende Gewinnungsmethode mehrmals der Grund war, wesshalb völlig irrthümliche Ansichten über die

Natur und Function einer thierischen Flüssigkeit sich Geltung verschaffen konnten. Nur wenn wir die Ueberzeugung haben, dass die thierische Flüssigkeit in demselben Zustande uns vorliegt, wie sie im lebenden Körper selbst vorkommt, dürfen wir von der chemischen Untersuchung ein physiologisches Resultat erwarten. Die Herstellung vieler thierischen Flüssigkeiten bedarf aber oft gewisser anatomisch-chirurgischer Operationen, mit denen jeder vertraut sein muss, der sich selbstständig mit solchen Forschungen beschäftigen will; wir glauben daher nichts überflüssiges zu thun, wenn wir auf die Gewinnungsweisen gewisser thierischer Säfte mit Rücksicht nehmen.

Hat man sich ein physiologisch lauteres Object verschafft, hat man die physikalischen Charactere desselben studirt und sich besonders durch das Mikroskop von der Anwesenheit oder Abwesenheit morphologischer Elemente unterrichtet: so nimmt die chemische Analyse und besonders die Methode derselben zunächst unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Es versteht sich von selbst, dass je nach den besondern Zwecken der Untersuchung der Plan und die Methode der Analyse eine sehr verschiedene sein kann; im Allgemeinen wird aber dieselbe leicht verständlicher Weise immer von der Natur der Bestandtheile der Flüssigkeit abhängig sein; desshalb glaubten wir auch in dem Folgenden nichts unpassendes zu thun, wenn wir der jeder einzelnen Flüssigkeit eigenthümlichen analytischen Methoden Erwähnung thaten. Wir befinden uns aber auch hier noch ganz im Anfange der Forschung und können desshalb nur die Rudimente einer künftigen organisch-analytischen Chemie einflechten. Wir haben bereits im 1. Theile dieses Werks gesehen, dass die physiologische Chemie, als inductive Wissenschaft, vor allem exacter Grundlagen bedarf, die dem Calcul zugänglich gemacht werden müssen. Allein ist es nicht gerade die Klage aller Chemiker, dass eine grosse Anzahl Analysen thierischer Flüssigkeiten zu den unreinlichsten, lüderlichsten und gewissenlosesten Untersuchungen gehört, welche die Chemie aufzuweisen hat? Wie vielen Analysen dieser Art sieht man es nicht auf den ersten Blick an, dass sie nur auf den Scheiterhaufen gehören. Es dürfte daher wohl nicht ganz unnütz sein, hie und da auf die Eigenschaften hinzuweisen, welche die Analyse der einen oder andern thierischen Flüssigkeit haben muss, um im Schatze der Wissenschaft verwerthet werden zu können.

Da wir schon im ersten Theile rücksichtlich der einzelnen thierischen Substrate auf die qualitativen und quantitativen Bestimmungen

derselben hingewiesen haben, so bleibt uns hier rücksichtlich der zusammengesetzten Flüssigkeiten im Allgemeinen nur zu erwähnen übrig, dass für die *qualitative* Analyse thierischer Säfte die allgemeine Regel gilt, die möglich grössten Mengen der Untersuchung zu unterwerfen, ein Punkt, dessen Wichtigkeit den Zoochemikern auch erst durch *Liebig's* Untersuchungen über die Fleischflüssigkeit u. dergl. vor Augen geführt worden ist. Für *quantitative* zoochemische Analysen gilt aber gerade die umgekehrte Regel: immer nur die möglich geringsten Quantitäten der Untersuchung zu unterwerfen, vorzugsweise aber für die Analyse des Bluts. Fast bei den meisten der in der Literatur aufbewahrten Blutanalysen hat man für einzelne Bestimmungen bei weitem zu viel Material verwendet; die quantitativen Analysen des Bluts und ähnlicher Flüssigkeiten werden aber um so ungenauer, um so unreinlicher, je mehr man Masse verwendet. Diess liegt theils an der Schwierigkeit, mit welcher die thierischen Flüssigkeiten oft selbst in verdünntem Zustande durch das Filter gehen, theils an der leichten Zersetzbarkeit vieler Bestandtheile derselben, hauptsächlich aber an der Unmöglichkeit, grössre Mengen vollständig und gleichförmig auszutrocknen. Diese und mehrere andre Uebelstände lassen sich möglichst vermeiden, wenn man nur geringe Mengen der Objecte zur Analyse verwendet.

Trotz aller Sorgfalt, trotz der Berücksichtigung aller Cautelen ist der Chemiker bei der Analyse thierischer Substanzen noch Fährlichkeiten ausgesetzt, die der grössten Aufmerksamkeit entgehen; es ist daher hier mehr als bei der Analyse irgend andrer Substanzen eine strenge *controlirende Vergleichung* der verschiedenen Ergebnisse der Analyse, ja eine theilweise Wiederholung derselben nach einer anderen Methode dringend nothwendig. Gerade desshalb, weil wir dieselbe Menge einer thierischen Flüssigkeit immer nur zu wenigen Bestimmungen benutzen können, bieten sich um so mehr Hülfsmittel zur Controle dar, je mehr Bestimmungen unabhängig von einander gemacht werden. So sollte z. B. der Gehalt einer Flüssigkeit an coagulabler Materie immer dadurch controlirt werden, dass der feste Rückstand der Flüssigkeit mit Alkohol, Aether und Wasser extrahirt und dann die Menge des Unlöslichen mit der Zahl des durch Coagulation bestimmten Proteïnkörpers verglichen würde. Man sollte ferner die Aschenanalyse immer dadurch controliren, dass man die Mineralbestandtheile der einzelnen Extracte mit denen der Gesammtasche vergliche. Eine völlige Uebereinstimmung würde in diesen beiden Fäl-

len allerdings gerade die Unrichtigkeit der Analyse ausweisen; denn die coagulirte Substanz wird, wenn sie nicht ausdrücklich entfettet worden ist, noch Fett und zuweilen andre wohl in Alkohol aber nicht in Wasser lösliche Substanzen enthalten, welche dagegen in dem mit Alkohol nnd Aether extrahirten, in Wasser unlöslichen Theile des festen Rückstands der Flüssigkeit nicht vorkommen können, während in diesem stets mehr erdige Salze enthalten sein müssen, als z. B. in dem durch schwache Ansäurung vollständig coagulirten Eiweiss. Ebensowenig wird auch die Analyse der Gesammtasche mit der der einzelnen Extracte coïncidiren können, da z. B. schon der Schwefelgehalt der coagulabeln Materien nicht umwandelnd auf die löslichen Salze der Extracte einwirken kann, während die Gesammtasche theils durch die aus dem unoxydirten Schwefel der Proteïnkörper gebildete Schwefelsäure, theils durch die schwere Verbrennlichkeit der eiweissartigen Substanzen, theils durch andre Verhältnisse eine durchaus verschiedene Zusammensetzung erhalten muss. Allein erlangen wir auch auf solche Weise gerade für diese Verhältnisse keine scharfe Controle, so gewinnen wir doch dadurch eine richtigere Anschauung über die wahre Natur der in der Flüssigkeit gelösten Substanzen. Diess ist gewissermassen eine physiologische Controle; es dürfte aber überflüssig sein, hier noch besondere Controlemethoden anzuführen, da ja bei jeder Analyse einer thierischen Flüssigkeit sich fast für jede einzelne Bestimmung die schärfsten, rein chemischen Controlen mit Leichtigkeit ausführen lassen. Wir werden übrigens sehen, dass gerade durch solche controlirende oder controlirte Analysen oft unerwartete Aufschlüsse über den Werth der analytischen Methode eben so wohl als über die wahre Constitution des Untersuchungsobjectes erhalten werden.

Ein eigenthümliches Verfahren, die Richtigkeit der ganzen Analyse einer thierischen Flüssigkeit zu controliren, hat *C. Schmidt*[1]) scharfsinniger Weise in Anwendung gebracht; dasselbe beruht nämlich auf der Vergleichung des empirisch gefundenen specifischen Gewichts mit der Summe der specifischen Gewichte derjenigen der einzelnen Bestandtheile nach den Proportionen, wie sie die Analyse ergeben hat. Einer solchen controlirenden Berechnung der Dichtigkeit können natürlich nicht die specifischen Gewichte der trocknen Substanzen und des Wassers für sich zu Grunde gelegt werden; denn

1) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera, Mitau 1850. S. 22—28.

alle Stoffe erleiden bei ihrer Auflösung in Wasser mit diesem noch eine Verdichtung. Es ist ein für die ganze physiologische Anschauung der thierischen Flüssigkeiten und des mechanischen Stoffwechsels höchst bedeutungsvoller Satz, dass die gelösten Substanzen sich nicht (wie man sich das wohl meist gedacht hat) im blossen Zustande mechanischer Vertheilung und Mengung befinden, sondern dass sie, in verschiedenen Mengen Wasser gelöst, mit diesem verschiedene hydratähnliche Verbindungen eingehen und dem entsprechend eine verschiedene Condensation erleiden. *Schmidt* hat nun die Verdichtungscoëfficienten für die gewöhnlichen Bestandtheile thierischer Flüssigkeiten bestimmt, und dabei die Dichtigkeit der Lösungen, welche gerade 10% fester Substanz enthalten (bei + 15° C. im Vacuo) der Controlerechnung zu Grunde gelegt. Aus der Summe der Verdichtungscoëfficienten lässt sich alsdann unter Berücksichtigung der aus der Analyse hervorgegangenen Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile das specifische Gewicht der Gesammtflüssigkeit leicht berechnen und mit dem empirisch gefundenen vergleichen.

Zum Verständniss der folgenden, von *Schmidt* für den beregten Zweck ausgeführten, Tabelle, möge man folgende Betrachtung anstellen: bekannt ist z. B. das specifische Gewicht des Chlornatriums, nämlich (bei + 15° C. im Vacuo) = 2,1481; wäre nun in einer 10% Chlornatrium enthaltenden Lösung das Salz im Wasser ohne Verdichtung vertheilt, so würde diese Lösung ein specifisches Gewicht = 1,0565 haben; denn 10 Th. trocknes Chlornatrium nehmen (wenn sein specifisches Gewicht = 2,1481 ist) den Raum von 4,655 Th. Wasser ein, mit den 90 Th. Wasser würde also die Lösung den Raum von 94,655 Th. Wasser erfüllen müssen; allein untersuchen wir das specifische Gewicht einer solchen Lösung, so finden wir es höher, d. h. = 1,0726; dieser Dichtigkeit nach erfüllen aber 10 Th. Kochsalz und 90 Wasser nur den Raum von 93,231 Th. Wasser; es hat hier also eine Verdichtung um 1,424 Th. stattgefunden; auf 100 Volumina berechnet würde zwischen 1 Th. Chlornatrium und 9 Th. Wasser eine Verdichtung um 1,505 Volumina stattfinden. Hiernach lässt sich die von *Schmidt* aufgestellte Tabelle übersehen:

Substanz.	Dichtigkeiten der 10% feste Substanz enthaltenden Lösung.	Dichtigkeit der trocknen Substanz.	Volumenprocente der bei der Bildg. v. 10% Hydrat stattfindenden Condensation.
Chlornatrium	1,0726	2,1481	1,505
Chlorkalium	1,0653	1,9787	1,348
Sbhwefelsaures Kali	1,0833	2,6616	1,541
Phosphorsaures Kali $K_2 P$. . .	1,0960	2.4770	2,974
Phosphorsaures Natron Na_2P . . .	1,0994	2,3735	3,455
Kaliumoxyd	1,1001	2,6560	3,053
Natriumoxyd	1,1484	2,8050	6,933
Phosphorsaurer Kalk Ca_3P . . .	1,0807	3,0976	0,744
Phosphorsaurer Kalk Ca_2P . . .	1,0896	3,0596	1,600
Phosphorsaure Talkerde Mg_2P . .	1,0913	3,0383	1,776
Phosphorsaures Eisenoxyd $Fe_2 P_3$.	1,0880	3,0661	1,447
Harnstoff	1,0275	1,3369	0,160
Harnzucker $C_{12} H_{12} O_{12}$	1,0396	1,3860	0,766
Fibrin	1,0270	1,2858	0,420
Albumin	1,0268	1,2746	0,426

Wir unterlassen es, an diesem Orte auf die interessanten Gesichtspunkte aufmerksam zu machen, die uns durch die schöne Untersuchung *Schmidt's* eröffnet werden, da wir bei der Betrachtung des mechanischen Stoffwechsels ohnediess ausführlicher wieder hierauf zurückkommen müssen.

Schmidt führt die Controle aus den specifischen Gewichten auf folgende Weise aus: die Analyse eines Serums, dessen specifisches Gewicht = 1,0292 gefunden wurde, ergab 82,59 p. m. organische Bestandtheile, 0,283 p. m. schwefelsaures Kali, 0,362 Chlorkalium, 5,591 Chlornatrium, 0,273 phosphorsaures Natron, 1,545 Natron, 0,300 phosphorsauren Kalk und 0,220 phosphorsaure Talkerde; die Controle ersieht man aus folgendem:

82,586 gr. Albumin nebst Extractivstoffen erfüllen (die Hydratationsverdichtung auf wasserfreie Substanz übertragen) den Raum von	61,471 Wasser.
2,836 gr. 10% Hydrat von schwefelsaurem Kali	2,618 „
3,616 gr. „ „ „ Chlorkalium	3,395 „
55,914 gr. „ „ „ Chlornatrium	52,129 „
2,726 gr. „ „ „ phosphorsaurem Natron	2,480 „
15,454 gr. „ „ „ Natron	13,457 „
2,997 gr. „ „ „ phosphorsaurem Kalk	2,773 „
2,197 gr. „ „ „ phosphorsaurer Talkerde	2,013 „
168,326 gr. Gesammthydrat	140,336 Wasser.

Hiernach berechnet sich (140,336 : 168,326 = 1 : x) die Dichtigkeit so zusammengesetzten Serums = 1,0288.

Nachdem wir in unsrer weitern Betrachtung der einzelnen thierischen Flüssigkeiten die chemische Constitution derselben im normalen Zustande kennen gelernt haben, werden wir unsre Aufmerksam-

keit zunächst auf die Modificationen zu lenken haben, welche die betreffende Flüssigkeit unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen erleidet, dabei aber gleichzeitig die Zusammensetzung der entsprechenden Säfte verschiedener Thierclassen in Betracht ziehen; bildet doch gerade die letztere das gewöhnlichste Object und die wesentlichste Grundlage unsrer physiologisch-chemischen Forschung.

Was aber die Berücksichtigung der *pathologischen* Verhältnisse betrifft, so glauben wir hier unsrer Darstellung einige Worte vorausschicken zu müssen. Es geht schon aus dem, was wir im ersten Theile über die Behandlung der pathologischen Chemie gesagt haben, wohl deutlich hervor, wie sehr man irren würde, wenn man hier eine vollständige Humoralpathologie erwartete, eine Disciplin, die Niemand kennt und die nur in den Köpfen einiger Enthusiasten spuckt. Nach den Principien, von denen aus wir die pathologischen Processe betrachtet wissen wollen, können wir die an thierischen Säften beobachteten physischen und chemischen Veränderungen durchaus nicht nach den beliebten Krankheitsfamilien gruppiren, sondern vielmehr nach der innern, d. h. chemischen Constitution der pathologischen Objecte selbst. Es dünkt uns, wir würden uns auf einen ganz falschen Standpunkt stellen, wenn wir von den conventionell angenommenen Krankheitsnamen, wie Tuberculose, Carcinom u. s. w. ausgingen; denn diese Bezeichnungsweisen sind eben nur Postulate, bedingt durch die praktische Anwendung in der Heilkunde. So häufig man sich auch gegen die ontologischen Begriffsbestimmungen von Krankheiten erklärte, so wenig hat man sich doch gehütet, jenen einmal eingebürgerten Bezeichnungsweisen gewisser Krankheitsformen einen ganz specifischen Charakter unterzulegen; denn wie hätte man sonst z. B. auf solche und ähnliche Ideen kommen können, wie die, dass die Tuberkeln aufs Trockne gesetzte Exsudate seien? Um diese Scheinphysiologie zu vermeiden, werden wir uns immer nur an das Object selbst halten und nur in Kürze auf das conventionelle Prädicat hinweisen.

Wenn wir selbst z. B. referiren, dass die Galle in Leichnamen nach heftigern Entzündungen ärmer an festen Bestandtheilen, nach Typhus aber noch dünnflüssiger und wässriger, bei Tuberculose aber bald ärmer, bald reicher an festen Bestandtheilen gefunden werde, so halten wir doch selbst diese Bezeichnung der Zustände, in welchen die Galle concentrirter oder verdünnter gefunden wird, eigentlich für durchaus irrationell; denn wir hätten einfach sagen müssen, dass in denjenigen Zuständen, in welchen, um mit den pathologischen Anatomen zu reden, der krankhafte Process sich localisirt hat, d. h. in welchen

das Blut in Folge bedeutender Exsudate oder andrer starker Säfteverluste ärmer an festen Bestandtheilen geworden ist, diese Beschaffenheit des Blutes sich auch in den Secreten und Excreten reflectirt und somit auch eine weniger consistente, stoffarme Galle abgesondert wird, während in den Fällen, wo das Blut dichter und reicher an festen Bestandtheilen gefunden wird, wie z. B. in der Cholera, sich auch eine wasserarme und zähe Galle in den Leichnamen vorfindet.

Als eine weitere Grundlage der physiologischen Erkenntniss einer thierischen Flüssigkeit ist die Erforschung der quantitativen Verhältnisse der Bildung oder Absonderung nothwendig, ein Punkt, welcher für diese Disciplin weit wichtiger ist, als er auf den ersten Blick scheinen möchte. Wir haben bereits in der methodologischen Einleitung auf die statistische Methode der Untersuchung über den Stoffwechsel hingewiesen und sie als eines der wichtigsten Mittel der physiologisch-chemischen Forschung erkannt, obgleich sie uns über das Wie und Warum völlig im Dunkeln lässt: allein sie stellt uns gewisse Marken, über welche unsre Phantasie bei der Deutung thierischer Phänomene, so wie bei der Conception der Ideen zu neuen Versuchen nicht hinausschweifen darf, ohne in die augenscheinlichsten Irrthümer zu verfallen. Eine Begrenzung der Hypothesen thut ja aber vor allem Noth in einer Disciplin, die sich noch so sehr in ihrer Kindheit befindet. Diese statistische Methode wirkt aber nicht nur negativ vortheilhaft, sondern sie liefert uns auch die positivsten Unterlagen zur Erkenntniss desjenigen Theiles der physiologischen Chemie, der uns gerade für die nächste Zukunft die meiste Ausbeute verspricht. Ist es doch das nächste, erreichbarste Ziel unsrer Bestrebungen, die quantitativen Verhältnisse des Austausches der einzelnen thierischen Stoffe zwischen den verschiedenen Organen, Geweben, geschlossenen und offenen Höhlen und endlich der Aussenwelt zu eruiren. Eine auf physikalische Gesetze begründete und auf einfache Zahlenverhältnisse zurückgeführte Entwicklung des mechanischen Stoffwechsels gewährt gerade jetzt die glänzendsten Aussichten, und zwar um so mehr, als unsre Kenntniss der chemischen Substrate im gesunden wie im kranken Organismus noch so sehr darniederliegt. Die Fabel von Krasen und Dyskrasien vermehrte den Eifer in der chemischen Untersuchung krankhafter Producte; allein haben denn die zahllosen Analysen krankhaften Blutes und Harns viel andres geliefert, als den Nachweis von Abänderungen in den quantitativen Proportionen der gewöhnlichen Bestandtheile jener Säfte? Da also für jetzt wenigstens das Nachsuchen nach deleteren Materien, specifischen Ansteckungsstoffen, nach einer Materia peccans u. s. w. wenig Aussicht auf Erfolg

verspricht, so sind wir fast geradezu darauf angewiesen, die quantitativen Verhältnisse der bis jetzt bekannten Stoffe und ihre Vertheilung in den verschiedenen thierischen Säften zu enthüllen. Dazu genügt es aber freilich nicht, die nackten Resultate der chemischen Analysen in procentischen Zahlen hinzustellen, sondern es ist nothwendig, dass diese Ergebnisse in Einklang gebracht werden mit den Massenverhältnissen, in welchen die einzelnen thierischen Säfte zu einander stehen, und mit der Quantität der Bewegung, welche zwischen den durch Membranen und Zellen getrennten Säften stattfindet. Vergleicht man z. B. in Krankheiten die Mengen der in den Ausscheidungen erscheinenden Stoffe mit denen, die im Blute zurückbleiben, so gelangt man zu Resultaten, welche die interessantesten Aufschlüsse über physiologische Mechanik, über den Ablauf krankhafter Processe und über den Causalnexus ganzer Symptomgruppen geben: eine Behauptung, deren Beweis *C. Schmidt* durch seine vortrefflichen Untersuchungen über die Transsudationsprocesse in der Cholera, Brightschen Krankheit, Dyssenterie und hydropischen Zuständen factisch geliefert hat. Die Kenntniss der quantitativen Verhältnisse, in welchen jeder thierische Saft und seine einzelnen Bestandtheile gebildet oder abgesondert werden, sind das erste Fundament zu einer Statik der thierischen Stoffbewegungen; wir werden daher im dritten Abschnitte dieses Werks dem mechanischen Stoffwechsel im thierischen Organismus eine besondere Betrachtung widmen müssen, und dort nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen die Ergebnisse der quantitativen, physiologisch-chemischen Untersuchungen in Einklang zu bringen suchen mit den Lehren von der Imbibition thierischer Häute, der Endosmose und der von Elasticität und Dicke der Membranen ebensowohl als von der Schnelligkeit der Blutbewegung abhängigen Transsudation u. s. w. Ohne solche auf physikalische Gesetze und arithmetische Folgerungen begründete Stützpunkte werden nur wenig Hypothesen über den Stoffwechsel im Thierkörper, namentlich solche über Ernährung und Absonderung, eine logische Berechtigung erlangen können. Wir hielten es daher keineswegs für ein der physiologischen Chemie fremdes oder entbehrliches Gebiet, in dem wir die Absonderungsgrössen der Ausscheidungen und die Quantität der chemischen Bewegung für jede einzelne thierische Flüssigkeit, so weit es die heutige Wissenschaft gestattet, mit in Betracht ziehen.

Eine weitere Rubrik in der formellen Behandlung der thierischen Säfte wird die Umwandlungen umfassen, welche jedes einzelne

Object innerhalb des thierischen, lebenden Organismus erleidet und diese in Vergleich bringen mit den Veränderungen und Zersetzungen, die wir an derselben Materie ausser der Lebenssphäre beobachten. Lassen wir hierauf in ähnlicher Weise, wie wir es bei den thierischen Substraten gethan haben, die factischen Unterlagen folgen, welche zu einer Betrachtung der *genetischen* Entwicklung jedes Objectes etwa berechtigen können: so werden wir uns in den Besitz aller Elemente (so weit diese bis jetzt uns zugänglich geworden sind) gesetzt haben, um die *Function* oder den *physiologischen Werth* jeder einzelnen thierischen Flüssigkeit beurtheilen zu können. Zwar werden wir auf diese Weise schon in das Gebiet der physiologischen Processe hinüberstreifen: allein, wenn wir den thierischen Stoffwechsel im Allgemeinen und Ganzen, die Processe der Verdauung, Respiration und Ernährung in geordnetem Zusammenhange betrachten wollen, muss unsre Entwicklung des Gesammtchemismus im Thierkörper, um nicht durch das Haftenbleiben am Einzelnen gestört zu werden, sich an die durch einfache Induction gewonnenen Ansichten über die Function der einzelnen chemischen Werkzeuge anschliessen (vergl Th. 1. S. 3.)

Schwebte uns nach dieser Anschauungsweise einer Behandlung der physiologischen Chemie und insbesondere der Säftelehre das Ziel vor, die Ergebnisse der bisherigen Bestrebungen der Forscher zu einem wissenschaftlichen Ganzen zu verknüpfen und zu einer der Physiologie würdigen rein inductiven Disciplin zu verarbeiten: so mochte uns der Muth sinken (und er ist uns oft genug gesunken), als wir an die materielle Ausführung selbst gingen. Wir glauben im 1. Theile unsre Ansicht über die nur allzu grosse Mangelhaftigkeit unsrer Kenntnisse in diesem Felde der Naturwissenschaften schon genügend ausgesprochen zu haben: allein bei weitem weniger ist es das Minus unsrer positiven Kenntnisse als das Plus in der Literatur aufgehäuften Materials, welches die Schwierigkeiten fast unüberwindlich macht, das reine unverfälschte Eigenthum der Wissenschaft, frei von der durch windige Phantasien zugeführten Spreu, vor Augen zu führen und in einer gewissen Harmonie zusammenzustellen. Wenn wir den „zu Hauf liegenden Stoff" überblicken und das wirre Durcheinander der widersprechendsten scheinbar auf Beobachtung gegründeten Behauptungen wahrnehmen: so wird man fast unwillkührlich an das berüchtigte Besitzthum des Augias erinnert, das nur ein Herakles klären konnte. Wir gestehen daher offen, dass wir davon abstanden, in dem Folgenden eine sorgfältige Sammlung alles dessen zu liefern, was von jeher in Bezug auf diese Disciplin wohl oder übel experimentirt und aus Beobachtungen erschlossen worden ist, sondern wir begnügten uns mit dem Versuche, die von den besten Beobachtern gesammelten Thatsachen, so weit Kräfte und Erfahrung es erlaubten, mit den Resultaten eigner Anschauung zusammenzustellen und höchstens noch die logische Berechtigung der verschiedenen Schlussfolgerungen und Hypothesen zu prüfen. Sehen wir ganz ab von dem vorliegenden Unternehmen, welches einen

Versuch zu nennen, uns keineswegs erheuchelte Bescheidenheit veranlasst: so wird man zugeben, dass Experimentalkritik es ist, welche der Säftelehre sowie der physiologischen Chemie überhaupt gewiss weit mehr Noth thut, als das sorgfältigste Sammeln der Erzeugnisse der einschlagenden Literatur. Wenn wir aber das vorliegende reiche Material zu sichten versuchen, so werden wir, abhold jeder Art von sogenannter Polemik, nur bemüht sein, das Palladium der Naturwissenschaft, die Thatsache, rein zu bewahren.

Speichel.

Der aus der Mundhöhle entlehnte Speichel ist nicht bloss ein Gemeng der von den verschiedenen Speicheldrüsen abgesonderten Flüssigkeiten, sondern ein wesentlicher Bestandtheil desselben ist auch der Mundschleim, d. h. die von den Schleimhäuten der Mundhöhle abgesonderte Flüssigkeit. Der gemischte Speichel oder Mundspeichel ist daher sehr wohl zu unterscheiden von den Secreten der einzelnen speichelbildenden Organe und zwar ebensowohl rücksichtlich seiner chemischen Eigenschaften als seiner physiologischen Wirksamkeit.

Der gemischte Speichel des Menschen so wie der der meisten Säugethiere hat folgende Eigenschaften: er bildet eine etwas trübe, opalisirende oder schwach bläulichweisse Flüssigkeit, die ziemlich zäh und fadenziehend ist, ohne Geruch und ohne Geschmack. Nach einigem Stehen scheidet sich daraus ein schleimiger grauweisslicher Bodensatz ab, der unter dem Mikroskop hauptsächlich aus Plattenepithelium, oft noch zu ganzen Fetzen vereinigt, und sogenannten Schleimkörperchen besteht, welche durchschnittlich etwas grösser als Eiterkörperchen gefunden werden und gewöhnlich selbst ohne Anwendung besonderer Agentien einen grossen, linsenförmigen, excentrischen Kern zeigen. Das specifische Gewicht des gemischten Speichels ist selbst im normalen Zustande verschieden; denn seine Dichtigkeit ist theils von der Menge beigemengten Schleims abhängig, theils von der grössern oder mindern Verdünnung der Drüsensecrete; sie schwankt beim Menschen zwischen 1,004 und 1,006, kann aber selbst im normalen Zustande bis 1,008 und 1,009 hinauf- und bis 1,002 herabgehen. Der normale Speichel ist von mehr oder minder deutlich alkalischer Reaction; er wirkt weder auf Pflanzen noch auf Thiere giftig.

Fast bei keiner andern thierischen Flüssigkeit ist es so wichtig, dass sie ganz frisch untersucht werde, als beim Speichel; keine erleidet so schnell Veränderungen und vollkommne Zersetzungen, als gerade diese; die Missachtung

dieser Thatsache ist die Ursache einer Menge Irrthümer, welche zu den sonderbarsten Ansichten über den Speichel geführt haben. Hierin ist der Grund zu suchen, wesshalb z. B. *Wright* [1]) diesem Secrete mancherlei Eigenschaften zuschreibt, welche von andern Forschern entweder gar nicht oder wenigstens nicht in gleichem Grade beobachtet werden konnten; diess gilt unter anderm vom Geschmack des Speichels, welchen *Wright* deutlich scharf, salzig und sogar adstringirend gefunden haben will; dem muss ich jedoch mit *Jacubowitsch* [2]) durchaus widersprechen. So fand ich auch gegen *Wright's* Behauptung den Speichel Gesunder stets geruchlos. Die nachtheilige Einwirkung des Speichels auf pflanzliche und thierische Organismen, wie sie *Wright* beobachtet hat, rührt, wie positive Versuche zeigen werden, grösstentheils von der Anwendung eines nicht ganz frischen Speichels her.

Die morphologischen Elemente des Speichels verdanken ihren Ursprung nur der Schleimhaut der Mundhöhle und in geringer Menge auch der der Speichelgänge; daher man über diese unter „Schleim" das hierauf Bezügliche erwähnt findet. Zuweilen trifft man im ausgeworfenen Speichel ausser Epithelium und Schleimkörperchen noch Fettbläschen an, seltner Rudimente genossener Nahrungsmittel, wie Pflanzenzellen, oft sehr schön macerirte Muskelfaser; noch seltner auch Vibrionen, herrührend von dem zwischen den Zähnen oder in hohlen Zähnen längere Zeit stagnirenden Schleime oder Speiseresten.

Die Gegenwart der Schleimkörperchen im *normalen* Speichel oder Mundschleim hat man läugnen und sie nur von einem wenn auch noch so geringen Reizzustande der Mundschleimhaut (z. B. durch Tabakrauchen bedingt) herleiten wollen; allein ich habe immer einige derselben im Mundschleime von Gesunden (auch solchen, die nicht rauchten) auffinden können; da sie aber auch im Speichel von Thieren, z. B. von Hunden und Pferden (*Magendie* [3]), *Jacubowitsch* [4]) vorkommen, so dürfte wohl nicht daran zu zweifeln sein, dass die Mundschleimhaut auch im völlig normalen Zustande mit den Epithelialplatten jene Schleimkörperchen abstreift, die doch als nichts anderes, als abortive Epithelialzellen anzusehen sind.

Wie ausserordentlich variabel das specifische Gewicht des Speichels selbst bei einer und derselben Person unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen ist, lässt sich leicht durch Versuche darthun. Ich habe in dieser Hinsicht einige Versuche mit dem Parotidensecrete eines Pferdes angestellt, dem eine künstliche Speichelfistel nach Blosslegung und Durchschneidung des Ductus Stenonianus beigebracht worden war. Der Parotidenspeichel dieses Pferdes hatte kurz nach der Operation eine Dichtigkeit = 1,0061; 10 Minuten, nachdem es ungefähr 6 Pfd. Wasser zu sich genommen hatte und ihm Heu zu fressen gegeben wurde, war das specifische Gewicht auf 1,0051 gesunken; nachdem es 12 Stunden nichts zu saufen erhalten hatte, und wiederum durch

1) *Wright*, On the Physiology and Pathology of the Saliva. London 1842. p. 50 and 310.

2) *Jacubowitsch*, de Saliva, diss. inaug. Dorpati Liv. 1848. p. 12.

3) *Magendie*, Compt. rend. T. 21. p. 905.

4) *Jacubowitsch*, a. a. O. S. 16.

Heu eine reichlichere Absonderung erzielt worden war, stieg das spec. Gewicht auf 1,0074. *Wright*[1]) hat nachgewiesen, dass der menschliche Speichel nach dem Essen dichter ist, als im nüchternen Zustande; bei einem gesunden Manne fand er, während jener eine Woche lang von gemischter Kost gelebt hatte, das specifische Gewicht des Speichels schwankend zwischen 1,0079 und 1,0085, während einer gleichen Zeit bei rein animalischer Kost = 1,0098 und 1,0176, bei rein vegetabilischer Nahrung aber = 1,0039 und 1,0047. Nach demselben Autor sollen auch moralische Affecte, Witterungsveränderungen, Licht, Schall u. dergl. von Einfluss auf die Dichtigkeit des Speichels sein. Nach zahlreichen Bestimmungen desselben Forschers an 200 gesunden Individuen schwankte das specifische Gewicht des Speichels zwischen 1,0089 und 1,0069, ein Resultat, welches das von mir erhaltene bei weitem übersteigt; möglich, dass der reichlichere Fleischgenuss der Engländer die von *Wright* gefundene höhere Dichtigkeit bedingt hat.

Was die Alkalescenz des Speichels betrifft, so kann jeder an sich selbst leicht beobachten, dass während des Essens und nach demselben die alkalische Reaction zunimmt, während sie im nüchternen Zustande sehr abnimmt oder gänzlich schwindet; ja bei manchen wenigstens scheinbar gesunden Personen erlangt der Speichel im nüchternen Zustande schwach saure Reaction, die jedoch alsbald nach dem Genusse fester Nahrungsmittel der alkalischen weicht (*Hünefeld*[2]), *Mitscherlich*[3]), *Wright, Jacubowitsch.*) Nach *Wright* schwankt die Menge des Natrons im Speichel gesunder Menschen zwischen 0,095 und 0,353% und in dem der Hunde zwischen 0,151 bis 0,653%, in dem der Schafe zwischen 0,087 und 0,261%, bei Pferden zwischen 0,098 bis 0,513. Wir führen diese Zahlen nur an, um einen ungefähren Maassstab zu geben für die Menge Säure, welche etwa durch den Speichel gesättigt werden kann; denn jene Zahlen sind auf Natron berechnet, während namentlich in dem Speichel der pflanzenfressenden Thiere oft viel Kali, constant aber sehr viel Kalk enthalten ist, der durch die schwächste Säure z. B. schon durch Kohlensäure aus seiner Verbindung mit nicht sauren organischen Substanzen ausgetrieben wird. *Frerichs*[4]) fand, dass 100 *grm.* beim Rauchen gesammelten Speichels durch 0,150 *grm.* Schwefelsäure gesättigt wurden.

Nach *Wright* nimmt die Menge des Alkalis im Speichel zu beim Genusse fettiger, aromatischer, saurer, spirituöser und überhaupt schwer verdaulicher Speisen und Getränke.

Um sich reinen Speichel vom Menschen zu verschaffen, ist es durchaus tadelnswerth, eine reichlichere Absonderung durch solche künstliche Mittel hervorzurufen, welche sich dem Secrete selbst beimischen; daher das Tabaksrauchen, das Kauen löslicher oder aromatischer Substanzen zu jenem Zwecke durchaus verwerflich ist. Am

1) *Wright*, a. a. O. S. 93.
2) *Hünefeld*, Chemie u. Medicin. Berlin 1841. S. 43=60.
3) *C. G. Mitscherlich*, Pogg. Ann. Bd. 27. S. 320=347.
4) *Frerichs*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 3. Abth. 1. S. 760.

einfachsten verschafft man sich in kurzer Zeit grössere Mengen Speichels, wenn man die Unterkinnlade stark herabdrückt und mittelst einer Feder am Gaumen kitzelt; es entsteht ein schnell vorübergehendes Würgen, unter dem der Speichel stossweise aus dem Munde hervorstürzt. Von Thieren sammelt man sich den Speichel am besten so, dass man ihnen im nüchternen Zustande ihr Lieblingsfutter vorhält; der Speichel fliesst, wenn man die Schnauze etwas abwärts drückt, sehr bald in Menge ab.

Die Methode *Magendie's* und *Lassaigne's*, gemischten Speichel von Thieren nach Durchschneidung der Speiseröhre an der eröffneten Stelle derselben zu sammeln, ist für gewisse Versuche nicht zu vermeiden, allein für die gewöhnlichen Zwecke ist sie nicht nur inhuman und umständlich, sondern auch unphysiologisch; denn wie kann man erwarten, dass nach einem so bedeutenden Eingriffe in das thierische Leben, wie die Blosslegung und Durchschneidung des Oesophagus ist, ein normales Secret erhalten werde?

Wir haben oben bereits erwähnt, dass der gewöhnliche Speichel ein Gemeng der Secrete der Mundschleimhaut und mehrerer Drüsen ist; wir fassen daher diese Secrete zunächst einzeln ins Auge.

Parotidenspeichel. Solchen von Menschen genauer zu untersuchen hatten bis jetzt nur *C. G. Mitscherlich* [1]) und *van Setten* [2]) Gelegenheit; sehr oft ist derselbe von Thieren, namentlich Pferden und Hunden, untersucht worden. Das Secret der Parotis ist meist vollkommen wasserhell und farblos, ohne Geruch und Geschmack, nicht fadenziehend, von deutlich alkalischer Reaction. Das specifische Gewicht fand *Mitscherlich* bei einem kranken Menschen schwankend zwischen 1,0061 und 1,0088; *Jacubowitsch* bei Hunden = 1,0040 bis 1,0047, ich bei Pferden zwischen 1,0051 und 1,0074.

Die Beobachtungen *Mitscherlich's* am Parotidenspeichel eines chronisch erkrankten Mannes deuten an, dass nach längerem Hungern oder beim Genusse harter und reizender Speisen ein concentrirter Speichel abgesondert wird. Uebrigens fand *Mitscherlich* das Parotidensecret im nüchternen Zustande immer sauer und nur während des Essens alkalisch. *Magendie* und *Rayer* sahen, als sie einem Pferde an jeder Seite eine Fistel des Stenon'schen Ganges angebracht hatten, das specifische Gewicht der Paroditensecrete allmählig abnehmen.

Was die chemischen Bestandtheile des Paroditenspeichels betrifft, so sind hierüber die Erfahrungen der Experimentatoren, namentlich rücksichtlich verschiedener Thiere, nicht ganz übereinstimmend; indessen lassen sich folgende als constante Bestandtheile des Secrets der Parotis betrachten:

1) *C. G. Mitscherlich,* a. a. O.

2) *Van Setten*, de saliva ejusque vi et utilitate, Groning. 1837.

a. Kali, Natron und Kalk, gebunden an eine organische Materie; diese Verbindung ist einer der Hauptbestandtheile des Speichels, von welchem mehrere Eigenschaften desselben bedingt werden; sie ist ähnlich dem Natronalbuminat, aber nicht damit identisch, entsprechend zum Theil dem Speichelstoff oder Ptyalin von *Berzelius* und Andern.

Magendie, *Jacubowitsch* und Andere nehmen kohlensaure Alkalien im Speichel an, allein in dem frischen Secrete dürfte deren Menge äusserst gering sein; die kohlensauren Alkalien entstehen erst während der chemischen Behandlung durch Zutritt atmosphärischer Luft; am evidentesten ist die Bildung kohlensauren Kalks am Parotidensecrete der Pferde zu sehen, welches gleich Kalkwasser aus der Luft Kohlensäure anzieht und die schönsten mikroskopischen Formen von kohlensaurem Kalk abscheidet. Die organische Materie, das Ptyalin, ist in Wasser schwerlöslich, aber nicht unlöslich, sobald es von den Alkalien oder dem Kalk, sei es durch Kohlensäure oder durch andre Säuren, getrennt wird; desshalb wird der menschliche Speichel sowie der der Hunde durch Säuren bald getrübt, bald nicht; das Ausgeschiedene bildet amorphe Flocken, die in Wasser schwerlöslich sind, in alkali- oder säurehaltigem sich aber leicht auflösen. Man findet diese Substanz, zum Theil noch an Alkali gebunden im wässrigen Extracte ebensowohl als in dem spirituösen; am reinsten erhält man sie aus letzterem, nachdem man dasselbe mit Alkohol und Aether extrahirt hat; es bildet dann eine fast gallertartige, farblose Substanz, welche in Wasser sich um so weniger löst, je mehr Alkali ihr durch Kohlensäure oder auf eine andre Weise entzogen ist. Die alkalihaltige Lösung dieser Substanz bewirkt mit geringen Mengen Essigsäure, Salpetersäure u. s. w. einen flockigen Niederschlag, der sich namentlich in überschüssiger Essigsäure leicht auflöst; auch beim Kochen mit Salmiak wird die alkalische Ptyalinlösung stark getrübt, so auch mit schwefelsaurer Talkerde. Die alkalische Lösung (nicht aber die neutralisirte) dieser Substanz wird durch Gerbsäure, Quecksilberchlorid und basisch essigsaures Bleioxyd gefällt, aber nicht durch Alaun, Kupfervitriol und dergl. Die essigsaure Lösung gibt mit Blutlaugensalz eine starke Trübung; mit Salpetersäure gekocht, bildet diese Substanz eine gelbe Lösung. Dieser Stoff ist den angeführten Eigenschaften nach dem Natronalbuminat und Caseïn sehr ähnlich, darf aber keineswegs damit verwechselt werden. Ich habe deren Eigenschaften hauptsächlich am Parotidenspeichel des Pferdes studirt und glaube, dass sich dieser Betrachtungsweise nach die Verschiedenheiten erklären lassen, welche *Berzelius*, *Gmelin* und andre Autoren rücksichtlich des Ptyalins fanden. In andern thierischen Flüssigkeiten vermochte ich nicht eine mit diesem Ptyalin vollkommen identische Substanz nachzuweisen.

Es ist auffallend, dass *Magendie* auf den Reichthum des Parotidensecrets an Kalk bei seinen Untersuchungen dieser Flüssigkeit nicht aufmerksam geworden ist (er nimmt darin nur doppeltkohlensaures Kali an), während selbst im gleichen Secrete der Hunde von *Jacubowitsch* [1]) constant kohlensaurer Kalk ge-

1) *Jacubowitsch,* a. a. O. S. 20—22.

funden wurde. Sollte vielleicht verschiedene Nahrung denselben Einfluss auf den Speichel der Pferde äussern, den sie auf den Harn derselben ausübt; wir werden nämlich weiter unten nachweisen, dass der Harn dieser Thiere bald reich an kohlensaurem Kali, bald an kohlensaurem Kalk ist. Ich fand indessen den Pferdespeichel, so oft ich ihn untersuchte, immer sehr reich an Kalk.

b. Ein in Alkohol und in Wasser löslicher Extractivstoff, welcher durch Gerbsäure, aber nicht durch Alaun gefällt wird.

c. Rhodankalium, dessen Gegenwart von *Mitscherlich*, *Jacubowitsch* und *Gmelin* im Parotidenspeichel des Menschen, des Hundes, des Pferdes und Schaafs gefunden wurde.

Ich habe in dem Paroditensecrete des Pferdes durch Eisenchlorid keine Röthung entstehen sehen.

d. Das Kalisalz einer der Buttersäuregruppe angehörigen, nicht leicht zu verflüchtigenden Säure (Capronsäure?); es krystallisirt in schönen Efflorescenzen, die unter dem Mikroskop den Büscheln der Margarinsäure gleichen.

e. Ein wenig Epithelium und einzelne Schleimkörperchen.

f. Chlornatrium und Chlorkalium.

g. Sehr wenig phosphorsaure Salze.

h. Von schwefelsaurem Alkali eine Spur.

Rücksichtlich der *quantitativen* Verhältnisse der Bestandtheile des Parotidensecrets mögen folgende Andeutungen hinreichen: *Mitscherlich* fand in dem Paroditenspeichel des Menschen 1,468 bis 1,632%, *van Setten* 1,62% *feste Bestandtheile*, *Jacubowitsch* in dem eines Hundes 0,47%, *Gmelin* dagegen 2,58%, *Magendie* in dem der Pferde durchschnittlich 1,1%, ich aber im Mittel von 6 Bestimmungen verschiedenen Speichels 0,708%.

In dem Secrete des Menschen fand *Mitscherlich* ungefähr 0,525% alkalireiches *Ptyalin;* in dem der Pferde fand ich durchschnittlich 0,140% reines Ptyalin (nach Abzug der in ihm enthaltenen Mineralsubstanzen.)

Das alkalische Ptyalin, aus dem Wasserextracte und dem in Alkohol unlöslichen spirituösen Extracte erhalten, machte 23,332% der festen Bestandtheile des Pferdespeichels aus und lieferte 5,675% Asche, die fast nur aus kohlensauren Alkalien und Kalk bestand.

Das *alkoholische Extract* des Secrets vom Menschen betrug nach *Mitscherlich* ungefähr 0,1%, in dem der Pferde fand ich 0,0988%.

Das alkoholische Extract des Pferdespeichels macht im Mittel mehrere

meiner Versuche 13,936% des festen Rückstands aus; darin waren 3,812 gr. Asche (meist Chloralkalien) enthalten.

Eine quantitative Bestimmung des im Parotidenspeichel enthaltenen *Rhodankalium* ist noch nicht versucht worden.

Im Parotidenspeichel des Pferdes fand ich 0,0403% *fettsaures Kali.*

Der Aetherauszug betrug 5,703% des festen Rückstands und enthielt 1,102 Th. Kali (durch Platinchlorid aus der Asche bestimmt.)

An *unlöslicher*, abfiltrirbarer *Materie*, also Epithelium mit Salzen, fand *Mitscherlich* 0,005%, ich im Pferdespeichel 0,124%.

Der unlösliche Theil des Pferdespeichels bestand grösstentheils aus kohlensaurem Kalk; nach Abzug desselben und der Asche überhaupt betrug die unlösliche organische Materie des Pferdespeichels sehr wenig; der feste Rückstand enthielt 17,550% unlöslicher Materie; in dieser wurden 13,453 Th. Asche gefunden; also kommt auf Epithelium nur 4,097% des gesammten festen Rückstandes.

Nach *Mitscherlich's* Bestimmungen sind im festen Rückstande des Parotidenspeichels des Menschen ungefähr 45,7% Mineralbestandtheile und darin 35,4 Th. Chlorkalium und eben so viel Kali und Natron (nach Abzug der Kohlensäure) enthalten; *Jacubowitsch* fand in dem des Hundes das Verhältniss der organischen Materien zu den anorganischen wie 29,8 : 70,2; in letzterer 44,7 Th. Chloralkalien und 25,5 Th. kohlensauren Kalk. In 100 Th. des festen Rückstands vom Parotidensecrete des Pferdes fand ich 53,9 Th. Aschenbestandtheile und in diesen 21,764 Th. Chlorkalium, 16,983 Th. kohlensaures Kali und 11,226 Th. kohlensauren Kalk, daneben nur 0,882 Th. phosphorsaure Kalk- und Talkerde, 0,805 Th. schwefelsaures und 2,240 Th. phosphorsaures Natron.

Secret der Submaxillardrüsen. Dasselbe ist von *Cl. Bernard*[1]) und *Jacubowitsch* bei Hunden genauer untersucht worden; es bildet ebenfalls eine farblose, wasserhelle, geschmacklose Flüssigkeit, ohne Geruch und ohne morphologische Beimengungen; das specifische Gewicht fand *Jacubowitsch* = 1,0041, die Reaction minder stark alkalisch, als die des Parotidensecrets; es enthält weit weniger an organische Materie gebundenen und an der Luft Kohlensäure anziehenden Kalk als das vorher beschriebene Secret, im Uebrigen aber ganz dieselben Bestandtheile, darunter auch Rhodankalium. *Bernard* hebt aber als wesentlichen Unterschied dieses Secrets von dem der Parotis dessen schleimige, fadenziehende Beschaffenheit hervor; zäh fand diese

1) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de médécine. 4 Sér. T. 13. p. 1—29.

Flüssigkeit indessen auch *Jacubowitsch.* Es hinterliess nach Jacubowitsch 0,855% festen Rückstand, welcher 0,566 Th. Asche lieferte, so dass hier das Verhältniss der organischen Stoffe zu den mineralischen = 33,8 : 66,2 war; letztere enthielten 52,6 Th. Chloralkalien und 13,6 kohlensaure und phosphorsaure Kalk- und Talkerde.

Bernard macht noch bemerklich, dass ein Infusum der Parotis sehr wässrig und nicht fadenziehend sei, während das Infusum eines Stücks Submaxillardrüse ebenso schleimig sei, als das aus dem Wharton'sche Gange gesammelte Secret.

S e c r e t d e r M u n d s c h l e i m h a u t. *Jacubowitsch* hat auch dieses von Hunden untersucht; jedoch waren demselben die Secrete der Orbitaldrüsen und der beim Hunde allerdings sehr wenig entwickelten Sublingualdrüsen beigemengt. Diese Flüssigkeit war sehr zäh und klebrig, schaumig, farblos, aber stark getrübt durch eine Unzahl von Epithelialzellen, die beim Stehen dieser Flüssigkeit sich nicht absetzten; auch diese Flüssigkeit reagirte alkalisch und gerann nicht beim Erhitzen; sie hinterliess 0,999% festen Rückstand, in welchem 0,385 Th. organischer und 0,614 Th. unorganischer Materie enthalten waren. Unter den unlöslichen Salzen ward kein kohlensaurer Kalk gefunden.

Jacubowitsch verschaffte sich den Mundschleim des Hundes dadurch, dass er diesem die Stenon'schen und Wharton'schen Gänge unterband, dem Thiere die Schnauze aufsperrte und den Kopf in eine geneigte Lage brachte, so dass das Thier nicht schlucken konnte, sondern der Mundschleim einfach herabfloss. Das Secret der Parotis so wie das der Submaxillardrüse erhielt *Jac.* dadurch, dass er in den Stenon'schen oder Wharton'schen Gang eine feine silberne Canüle einbrachte.

Ausser den angeführten Unterschieden in den einzelnen den Hundespeichel constituirenden Secreten führt *Jac.* noch an a) dass der Parotidenspeichel sich an der Luft schnell mit einem Häutchen von Krystallen kohlensauren Kalks überzieht, was bei den andern beiden Secreten nicht geschieht; b) dass bei 100° der Parotidenspeichel nicht getrübt wird, während diess bei den andern Secreten wenigstens in geringem Grade der Fall ist; c) dass der Parotidenspeichel beim Kochen mit Salpetersäure und auf nachherigen Zusatz von Ammoniak nicht gelb oder orange gefärbt wird, wie das Secret der Mundschleimhaut und Submaxillardrüsen; d) dass kohlensaures Kali nur im Parotidenspeichel eine geringe Trübung von kohlensaurem Kalk hervorbringt.

Jacubowitsch hat auch den gemischten Speichel des Hundes einmal mit Ausschluss des Parotidensecrets und das andre Mal mit Ausschluss des Secrets der Submaxillardrüsen untersucht.

Nach dieser Uebersicht der chemischen Eigenschaften der einzelnen den Speichel constituirenden Secrete ist nur noch wenig über die C o n s t i t u t i o n d e s g e m i s c h t e n M u n d s p e i c h e l s hinzuzufügen.

Im gemischten Speichel des Menschen fand *Berzelius* [1]) 0,71% *fester Bestandtheile*, *Tiedemann* und *Gmelin* [2]) 1,14 bis 1,19%, *Wright* [3]) 1,19%, *L'Heritier* [4]) 1,35%; *Jacubowitsch* fand nur 0,484%, *Frerichs* in 18 Analysen 0,51 bis 1,05% und ich nach zahlreichen Bestimmungen filtrirten Speichels nur 0,348 bis 0,841%, so dass die Angaben der ältern Beobachter offenbar zu hoch ausgefallen sind. Im Speichel des Hundes fand *Jacubowitsch* 1,037%, *Magendie* und *Rayer* in dem des Pferdes auch ungefähr 1% festen Rückstands.

In 100 Th. fester Bestandtheile menschlichen gemischten Speichels fanden *Tiedemann* und *Gmelin* 21,3% Mineralstoffe, *L'Heritier* nur 6,8%, *Jacubowitsch* dagegen 37,5%; der letztere fand in dem vom Hunde die Mineralbestandtheile sehr überwiegend, nämlich 65,5%, *Magendie* in dem des Pferdes gegen 40%.

Was die einzelnen *Mineralbestandtheile* des Speichels betrifft, so lässt sich aus den vorliegenden Aschenanalysen des Speichelrückstandes eben so wenig als aus denen der meisten andern thierischen Säfte ein bestimmter Schluss auf die präformirt im Speichel enthaltenen Mineralstoffe ziehen. Wir haben indessen bereits oben bemerkt, dass ein grosser Theil des *Alkalis* im Speichel an Ptyalin gebunden ist, und dass er von diesem schon durch die schwächsten Säuren z. B. Kohlensäure getrennt wird. Aus den Quantitäten von Säuren, welche zur Sättigung alkalischen Speichels nöthig sind, hat *Wright* geschlossen, dass im normalen Zustande das Alkali nie 1% des Speichels erlangt. In der Asche des Speichelrückstandes findet man das Alkali meist an *Phosphorsäure* gebunden, so dass man in 100 Th. der Mineralstoffe 28,122% dreibasisches (*Enderlin* [5]) und 51,1% zweibasisches phosphorsaures Natron (*Jacubowitsch*) gefunden hat.

Schwefelsaure Alkalien finden sich im frischen Speichel nur spurweise, ja oft ist nicht einmal eine Spur darin aufzufinden; auch in der Asche ist die Menge des schwefelsauren Alkalis nicht erheblich; die Schwefelsäure muss daher gleich der Phosphorsäure aus andern Verbindungen beim Einäschern hervorgegangen sein.

1) *Berzelius,* Förelasningar i Diurkemien. 2 vol. Stockholm 1808.
2) *Tiedemann* und *Gmelin,* Verdauung nach Versuchen. Bd. 1. S. 9 ff.
3) *Wright,* On the Physiology of the Saliva. Lond. 1845.
4) *L'Heritier,* Chimie pathol. p. 290. Paris 1842.
5) *Enderlin,* Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 49. S. 317.

Enderlin fand in der Asche des Menschenspeichels 2,315%, ich in der des Pferdespeichels 1,604% schwefelsaures Natron.

Nach der von *Wright* angewendeten Methode, das Rhodankalium zu bestimmen, d. h. den durch (jedenfalls wasserhaltigen) Aether erhaltenen Auszug in Wasser zu lösen und mit basisch essigsaurem Bleioxyd zu fällen, wird neben Rhodanblei eine weit grössere Menge fettsaures Bleioxyd gefällt, desshalb sind die Bestimmungen von *Wright* durchschnittlich um das zehnfache zu hoch.

Unter den Mineralbestandtheilen des Speichels sind besonders *Chlorkalium* und *Chlornatrium* vorherrschend.

Enderlin fand in der Asche des Speichels 61,930% Chloralkalien, *Jacubowitsch* 46,2%, letztrer in der des Hundes 85,7%.

Rhodankalium ist immer nur in sehr geringer Quantität im Speichel enthalten.

Jacubowitsch fand im eignen Speichel 0,006% Rhodankalium, ich in dem meinigen zwischen 0,0046 und 0,0089%; nach *Wright* variirt die Menge dieses Salzes im menschlichen Speichel zwischen 0,51 bis 0,98%, was offenbar bei weitem zu viel ist.

Obgleich wir bereits im ersten Theile dieses Werks über die Existenz des Rhodankaliums im Speichel gesprochen haben, so müssen wir hauptsächlich wegen der sehr absprechenden Aeusserungen Strahl's [1]), der das Vorkommen von Schwefelcyan entschieden läugnet, und die Versuche seiner Vorgänger „mangelhaft, seltsam und leichtfertig" nennt (während *Gmelin* durch Destillation aus dem Speichel das Schwefelcyan in sehr grossen Mengen rein dargestellt hatte) noch auf die vortrefflichen Arbeiten von *Jacubowitsch* und *Tilanus* [2]) aufmerksam machen, die durch die einfachsten und reinlichsten chemischen Versuche die Gegenwart des Rhodans ausser Zweifel gesetzt haben, Auch *Frerichs* [3]) hat neuerdings das Rhodankalium im Speichel mit Sicherheit dargethan. Dass übrigens das Rhodankalium keineswegs giftige Eigenschaften besitzt, haben früher *Marchand* [4]) und neuerdings *Wöhler* und *Frerichs* [5]) durch directe Versuche nachgewiesen.

Durch örtliche Reize, welche die Speicheldrüsen afficiren, durch innerlichen Gebrauch von Cyanpräparaten und ganz besonders von Schwefel soll nach *Wright* die Menge des Rhodans im Speichel vermehrt werden.

Das *Ptyalin* ist im gemischten Speichel mit Schleimsaft gemischt, so dass dessen Eigenschaften weniger mit den oben beschriebenen übereinzustimmen scheinen und eine scharfe quantitative Bestimmung, abgesehen von dem erheblichen Salzgehalte des wässrigen Extractes, nicht möglich ist. An wässrigem, ptyalinreichem Extract wurde im Speichel von *Berzelius* 40,8% des festen Rückstands gefunden, von *Gmelin* 20,0%, von *van Setten* [6]) 15,62%.

1) *Strahl*, Med. Zeitg. v. d. Ver. f. Preussen. 1847. Nr. 21 u. 22.
2) *Tilanus*, De saliva et muco; dissert. inaug. Amstelod. 1849.
3) *Frerichs*, a. a. O. S. 764.
4) *Marchand*, Lehrb. d. phys. Ch. 1844. S. 410.
5) *Wöhler* und *Frerichs*, Ann. d Ch. u. Pharm. Bd. 65. S. 344.
6) *Van Setten*, a. a. O. S. 24.

Die Bestimmungen der in Wasser und Alkohol löslichen organischen Materie sind ebenso unsicher als die Kenntniss der Materie selbst.

Dass der Schleimgehalt des gemischten Speichels, je nach den Bedingungen, unter denen er gesammelt wurde, höchst verschieden ausfällt, bedarf kaum der Erwähnung.

Das Aetherextract betrug in mehrern der von mir mit dem eigenen Speichel angestellten Analysen zwischen 5,8 und 9,6% des festen Rückstandes.

Rücksichtlich der chemischen *qualitativen und quantitativen Analyse des Speichels* gelten im Allgemeinen dieselben Principien und Methoden, deren wir schon im ersten Theile bei einzelnen thierischen Stoffen Erwähnung gethan haben. Wir brauchen daher nur auf einige Punkte aufmerksam zu machen, welche ein besonderes Verhalten des Analytikers verlangen. Zunächst ist der Speichel immer zu filtriren, um ihn von den Epithelialzellen zu trennen; leider ist er aber oft so schleimig und zäh, dass er früher in Zersetzung übergeht, ehe die zu filtrirende Flüssigkeit durch das Filter gegangen ist; ja in der Regel fängt die filtrirte völlig klare Flüssigkeit sich schon an zu trüben, während der grösste Theil des Untersuchungsobjects noch auf dem Filter ist. In solchen Fällen ist es oft vortheilhaft, das Object mit der 3 und 4fachen Menge ausgekochten Wassers zu verdünnen, das Gemisch in möglich kühle Temperatur zu bringen und erst nachdem der grösste Theil der schleimigen Flocken sich abgesetzt hat, das Filtriren zu versuchen; gelingt es aber auch dann nicht, das Lösliche von dem Unlöslichen zu trennen, so ist es vielleicht besser, die ganze Analyse zu unterlassen, da sonst immer nur unreinliche Resultate erzielt werden könnten. Man würde zwar die schleimige Flüssigkeit ohne weiteres abdampfen können, um den Rückstand alsdann mit Alkohol, Aether und endlich mit Wasser auszuziehen: allein abgesehen davon, dass auch dann der wässrige Auszug noch schwer filtrirbar ist, so würden in den Alkohol und Aether Substanzen übergehen, welche nicht dem Speichel als solchem, sondern den Epithelialzellen und dem diesen etwa beigemischten Fett und andern Speiseresten angehören.

Es versteht sich übrigens von selbst, dass vor der chemischen Analyse durch das Mikroskop die morphologischen Elemente des Speichels gehörig erforscht sind, damit man wisse, ob in den unlöslichen Theilen des Speichels bloss Epithelialzellen und Schleimkörperchen oder auch Fett, Vibrionen, Molecularkörnchen irgend einer organischen Materie enthalten seien. In Speichel, der längere Zeit an der Luft gestanden hat, in krankhaftem Speichel und nament-

lich in sauer reagirendem trifft man solche Körnchen sehr häufig an. Als Materien, welche meist noch in Umwandlung begriffen sind, können sie einer genauern chemischen Analyse nicht zugänglich sein. Mineralstoffe, wie Krystalle von kohlensaurem Kalk, würde wohl Niemand mit sg. Molecularkörnchen verwechseln.

Ist der Speichel filtrirt, so dürfte eine weitere Untersuchung des Rückstandes auf dem Filter für die Kenntniss der Natur des Speichels selbst ohne Interesse sein, da wir wissen, dass der eigentliche Speichel nur lösliche Stoffe enthält.

Wright findet in jenem Rückstande sein Ptyalin; er kann aber jenen Rückstand unmöglich sattsam mit Wasser ausgesüsst haben, um, wie seine Zahlenangaben zeigen, noch soviel in Wasser lösliche Substanz daraus auszuziehen.

Hätte sich jenem in Wasser unlöslichen Rückstande kohlensaurer Kalk beigemengt, so würde derselbe leicht durch höchst verdünnte Essigsäure auszuziehen und dann weiter zu bestimmen sein.

Was nun die filtrirte Speichelflüssigkeit betrifft, so dürfte es in der Regel von Interesse sein, nach dem volumetrischen Verfahren die Menge Säure zu bestimmen, welche durch eine gewisse Quantität Speichel gesättigt wird, um ein Urtheil über die Alkalicität des Speichels oder mit andern Worten über die Menge des schwach gebundenen Alkalis zu erhalten. In jedem Falle ist aber der filtrirte Speichel mit Essigsäure zu neutralisiren und dann zu erhitzen; entsteht hierdurch eine Trübung, so ist die ausgeschiedene eiweissartige Substanz zu filtriren und für die quantitative Bestimmung weiter zu behandeln. Der Verdunstungsrückstand des Speichels ist dann zu behandeln, wie die Rückstände der meisten andern thierischen Flüssigkeiten.

Nur rücksichtlich der quantitativen Bestimmung des Rhodans im Speichel bleibt uns noch etwas zu bemerken übrig. Zwei Wege haben wir nämlich zur Zeit als die besten befunden, um diesen Zweck zu erreichen. Der eine Weg beruht darauf, dass man das alkoholische Extract des Speichels im Wasser löst und die meist durch Fett getrübte Flüssigkeit filtrirt; das durch Abdampfen etwas concentrirte Filtrat wird mit Phosphorsäure versetzt und destillirt, das Destillat mit Baryt gesättigt und die filtrirte Flüssigkeit verdunstet; der Rückstand wird alsdann mit rauchender Salpetersäure oder Königswasser längere Zeit gekocht und aus dem ausgeschiedenen schwefelsauren Baryt die Menge des Rhodankaliums berechnet (*van Setten*, *Jacubowitsch*, *Tilanus*). Man kann aber auch die wässrige Lösung des alkoholischen Speichelextractes mit salpetersaurem Silberoxyd fällen und den wohl aus-

gesüssten Niederschlag mit salpetersäurehaltigem Wasser behandeln, von dem Chlorsilber ungelöst gelassen wird; aus der sauren Lösung fällt man das Silber durch Salzsäure, setzt etwas Chlorbaryum zu und dampft unter wiederholtem Zusatz von Salpetersäure stark ein; auch hier erhält man schwefelsauren Baryt, aus welchem das Rhodan zu berechnen ist. Vor dem Barytzusatze würde man aus der salpetersauren Lösung auch durch Zusatz von schwefelsaurem Eisenoxydul und Kupferoxyd das Kupferrhodanür präcipitiren können, müsste aber, da der Niederschlag nie aus reinem Kupferrhodanür besteht, doch zur Bestimmung des Schwefels als schwefelsauren Baryts seine Zuflucht nehmen.

Basisch essigsaures Bleioxyd, wie *Wright*, zur Fällung des Rhodans zu verwenden, ist auch in diesem Falle untauglich; da das Bleirhodanid in Wasser etwas löslich ist und beim Aussüssen vielleicht der grösste Theil desselben geradezu verloren gehen könnte.

Es kommen im Speichel auch abnorme Bestandtheile vor und zwar wahrscheinlich öfter, als in vielen andern thierischen Secreten. Es ist nämlich sehr auffallend, dass manche mineralische und organische Substanzen, welche z. B. durch den Urin unverändert oder wenig modificirt an die Aussenwelt wieder abgegeben zu werden pflegen, weit schneller und zwar öfter durch die Speicheldrüsen gehen, ehe sie aus der allgemeinen Säftemasse durch die Nieren ausgeschieden werden. Am leichtesten kann man sich hiervon am Jodkalium überzeugen. Wenn man z. B. nur 5 Gran in Pillenform nimmt, so gibt sich dasselbe weit früher im Speichel zu erkennen als im Harn; man kann dasselbe aber oft noch nach 40 St. in demselben mit Leichtigkeit entdecken.

Auch bei äusserer Anwendung des Jods, z. B. in Salbenform, geht das Jod sehr bald in den Speichel über, und ist dort oft durch Salpetersäure und Stärkmehl nachzuweisen, während diess im Urine nicht gelingt.

Ist Jod in Pillenform genommen worden, so lässt sich dasselbe, nachdem man sich unmittelbar nach dem Verschlingen der Pillen von dessen Abwesenheit im Mundschleime und Speichel überzeugt hat, oft schon nach 10 Minuten nachweisen, während es im Urin erst nach $\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden erscheint.

Aehnlich dem Jod verhält sich Brom und Quecksilber und wahrscheinlich mehrere andere speicheltreibende Mittel.

Die Ursache, warum gerade diese Mittel so leicht Speichelfluss erregen, ist wahrscheinlich lediglich darin zu suchen, dass sie durch die Speicheldrüsen aus dem Blute ausgeschieden werden. Möglich, dass auch mehrere organische Sialagoga nur dadurch als solche wirken, dass einzelne ihrer Bestandtheile gleich dem Jod besonders leicht durch die Speicheldrüsen ausgeschieden werden.

Wright und mehrere Andere haben im Speichel bei Mercurialsalivation durchaus kein Quecksilber finden können; ich habe früher viel Gelegenheit ge-

habt, den Speichel von Mercurialspeichelfluss bei der *Rust-Louvrier*'schen Inunctionscur zu untersuchen und constant Quecksilber in solchem Secrete gefunden, und zwar durch trockne Destillation des Speichelrückstandes sowohl als durch einfache Anwendung eines möglich kleinsten Plattenpaars von Kupfer und Zink auf den schwach angesäuerten Speichel. Der Gründe, wesshalb man selbst, wenn vorher sehr viel Quecksilber in den Organismus geführt wurde, kein Quecksilber fand, gibt es mehrere; erstens hat man gewiss sehr oft nur Mundschleim untersucht; denn man kann sich leicht schon durch das Mikroskop, genauer aber durch die chemische Untersuchung überzeugen, dass in der ersten Zeit der Salivation sich in den Sputis fast gar kein Speichel befindet; die Speicheldrüsen sind noch gar nicht afficirt; der Auswurf besteht aus Unmassen von ganzen Fetzen von Epithelium und insbesondere Tonsillarschleim; in solchem Auswurfe habe ich auch kein Quecksilber finden können, selbst nach reichlichem Mercurialgebrauche. Man hat ferner vergessen, dass das Quecksilber mit Wasserdämpfen sich sehr leicht verflüchtigt, und zu schnell und unvorsichtig abgedampft, so dass die allerdings nie sehr grossen Mengen von Quecksilber der Beobachtung entgangen sind.

Wright hat Thieren kohlensaure Alkalien injicirt und darauf das Alkali des Speichels vermehrt gefunden; dagegen vermochte er bei gesunden Thieren durch Injection von Essigsäure oder stark mit Wasser verdünnter Schwefelsäure nie eine saure Reaction des Speichels hervorzurufen.

Auffallend ist es, dass Hunde, denen *Wright* vier Unzen Holzessig oder eine halbe Drachme Schwefelsäure, obwohl mit 4 und 6 Unzen Wasser verdünnt, in die Jugularis injicirte, diesen Eingriff so gut vertrugen, dass die Thiere sich nach kurzer Zeit wieder wohl befanden. *Wright* sah den Speichel darnach sogar alkalischer werden. Mir sind die Thiere bei ähnlichen zu anderm Zwecke angestellten Versuchen sämmtlich zu Grunde gegangen, was sehr leicht erklärlich, da in den Lungencapillaren sehr bald in Folge der Gerinnung oder Gelatinirung des Blutes Stase eintreten musste.

Von dem zufälligen Auftreten von Zucker im Speichel ist schon im 1. Th. S. 298 die Rede gewesen, so auch von dem der Milchsäure, S. 98. Sehr schwierig ist die Frage zu entscheiden, ob wirkliches, durch Hitze coagulables Albumin in einem Speichel vorkomme oder nicht.

Wright nimmt gar zwei verschiedene Arten albuminösen Speichels an; da eigne Erfahrungen uns in dieser Hinsicht abgehen, so wagen wir den Aussprüchen *Wright's* nicht zu widersprechen; allein da *Wright* im normalen Speichel Eiweiss annimmt, welches erwiesener Massen nicht darin vorkommt, der Nachweiss von geringen Mengen Eiweiss aber aus den im 1. Th. geltend gemachten Gründen schwierig, ja oft unmöglich ist, so dürfte unser Zweifel an dem häufigen Vorkommen albuminösen Speichels wohl gerechtfertigt sein.

Gallige Stoffe, namentlich auch Cholesterin, sollen nach *Wright* zuweilen auch in den Speichel übergehen. (Vergl. Th. 1. S. 130.)

Wright hat noch eine grosse Menge Speichelarten unterschieden, welche sich durch heterogene Bestandtheile, z. B. Ammoniak, Salzsäure (?), Kochsalz, Eiter, Blut, übeln Geruch auszeichnen; wir glauben das Verdienstliche der mühevollen Arbeit *Wright's* keineswegs damit herabzusetzen, wenn wir

Wright's Ergebnisse in einer physiologischen Chemie ignoriren; wir glauben, dass die Unterlagen zu diesen Untersuchungen nicht der Art sind, um in exacten Disciplinen, wie Chemie und Physiologie, eine höhere Geltung zu erlangen. Die Beschreibungen und Eintheilungen krankhaften Speichels, z. B. eines galligen, blutigen, eiterartigen, alkalischen neben stinkendem, scharfem, schaumigem, gelatinösem u. s. w. mögen für eine Semiotik ihre Wichtigkeit haben, allein als Unterlagen physiologischer Forschung können sie nicht dienen. Das Unlogische in der Eintheilung sieht wohl jeder; die chemischen Untersuchungen berechtigen oft nicht zu den Schlüssen, die *Wright* daraus gezogen; denn Zucker, Galle, Milchsäure sind z. B. nie mit solcher Sicherheit nachgewiesen, wie die heutige Chemie diess verlangt; auch möchte die neuere Physiologie über scharfen, eitrigen und blutigen Speichel noch nähere Nachweise verlangen, während die neuere Pathologie minder ontologische Begriffsbestimmungen von Krankheiten und dafür genaue physikalisch diagnostische oder anatomische Nachweise fordert. Wir wiederholen, dass wir desshalb keineswegs die vielen interessanten Thatsachen verkennen, mit denen die Wissenschaft durch *Wright's* reiche Erfahrung und ausdauernde Bemühung bereichert worden ist.

Was den sauren Speichel betrifft, so sind darüber bereits eine grosse Anzahl von Beobachtungen angestellt worden; trotz dem ist aber unsre Kenntniss desselben noch sehr mangelhaft; denn trotz der affirmativen Aeusserungen *Wright's* ist z. B. die Milchsäure als Ursache jener sauren Reaction keineswegs nachgewiesen worden. Auch *Prout* [1]) hat keinen entscheidenden Beweis für die Gegenwart dieser Säure beigebracht.

Wir haben im 1. Th. dieses Werks gezeigt, dass die saure Reaction solcher Flüssigkeiten auch von andern Säuren, z. B. mehreren der Buttersäuregruppe, der Milchsäuregruppe und selbst von saurem phosphorsaurem Natron herrühren könne; es ist daher jedenfalls nothwendig, dass die Natur der freien Säure sauren Speichels in einzelnen Krankheitsgruppen erforscht sei, ehe man wagen darf, über den Ablauf der die Krankheit begleitenden chemischen Processe irgend ein Urtheil zu fällen; es ist doch aber wohl der Hauptzweck aller chemischen Untersuchungen thierischer Objecte, aus diesen einen Schluss auf die Art des chemischen Processes im gesunden oder krankhaften Zustande zu ziehen. Die Semiotik begnügt sich allerdings mit der einfachen Angabe, dass in diesen oder jenen Zuständen der Speichel saure Reaction zeige: wir erwähnen daher nur kurz die Zustände, in welchen man bisher den Speichel sauer gefunden hat.

Sauer soll der Speichel sein nach *Donné* [2]) bei entzündlichen Reizungen der ersten Wege, bei Pleuritis, Encephalitis, acuten Rheumatismen, Wechselfiebern, Uterinleiden, nach *L'Heritier* auch bei Magenkrebs. *Wright* nimmt vier Arten sauren Speichels an: a) bei idiopathischen Leiden der Speicheldrüsen, b) bei Vorherrschen von Säuren im Gesammtorganismus in Folge constitutioneller oder sonstiger Ursachen; als solche Leiden führt er an: Scropheln, Phthisis, Rhachitis, Amenorrhöe, entzündlichen Rheumatis-

1) *Prout*, Krankh. des Magens; aus dem Engl. von *Krupp*. Leipz. 1843. S. 175. ff.

2) *Donné*, Histoire physiol. et pathol. de la salive. Paris 1836.

mus u. s. w., c) bei subacuter Entzündung der Magen- und Darmmucosa, d) bei Dyspepsie (sicher ein sehr vager Begriff!). Bei Nervenaffectionen soll dagegen der Speichel nie sauer, sondern oft sehr stark alkalisch gefunden werden. Bei Katarrhen der Magen- und Darmschleimhaut, bei runden Magengeschwüren habe ich sehr oft, wiewohl nicht ohne Ausnahme, den Speichel sauer gefunden, dagegen constant bei Magenkrebs und im Diabetes. Bei Entzündungen der Brustorgane, acutem Rheumatismus, Typhus u. s. w. sah ich [1]) ihn sehr oft auch alkalisch oder völlig neutral. Nach *Donné* und *Frerichs* [2]) rührt die saure Reaction stets von der Mundschleimhaut her, die im abnorm gereizten Zustande stets ein saures Secret liefert.

Der Untersuchung krankhaften Speichels stellt sich gewöhnlich die Schwierigkeit entgegen, sich solchen in der für die chemische Analyse nöthigen Menge zu verschaffen, und diess um so mehr, als der Speichel eine Flüssigkeit ist, die nur sehr wenig feste Bestandtheile enthält. Man sollte darum erwarten, dass der Speichel wenigstens in den Zuständen genauer untersucht sei, in welchen er in Folge eines sg. Speichelflusses in reichlicherer Menge abgesondert wird: allein auch dieses ist nicht der Fall. *Wright* hat zwar eine vortreffliche Darstellung der Fälle geliefert, in welchen ein symptomatischer, ein kritischer oder ein durch künstliche Mittel erregter Ptyalismus vorkommt, allein chemisch und physiologisch brauchbare Analysen vermissen wir nichts desto weniger. Am genauesten ist noch der *Mercurialspeichel* untersucht. Die Erfahrungen *Wright's*, *L'Heritier's*, *Simon's* und meine eignen stimmen in folgenden Punkten völlig überein: Im Anfange der Mercurialsalivation sind die Mundschleimhaut und die Tonsillen mehr afficirt als die Speicheldrüsen, der Auswurf ist daher mehr schleimiger Natur, sehr getrübt durch mehr oder weniger discrete Flocken, specifisch schwerer und reicher an festen Bestandtheilen (natürlich vorzugsweise Epithelium und Schleimkörperchen), als normaler Speichel; derselbe reagirt alkalisch, enthält wenig eigentliches Ptyalin, oft viel Fett und selten nachweisbare Mengen Rhodankalium. Später bei deutlich durch Schmerzen und Geschwulst characterisirter Affection der Speicheldrüsen wird ein weniger trüber Speichel abgesondert, der oft weit weniger feste Bestandtheile enthält als normaler Speichel; auch solcher Speichel pflegt noch alkalische Reaction zu zeigen; das Rhodankalium fehlt öfter, als es gefunden wird; auch diese Art des Mercurialspeichels ist reich an Fett und oft auch an Schleimkörperchen. Von dem Gehalte solchen Speichels an Quecksilber ist schon oben die Rede gewesen.

Als pathologische Producte der Speichelsecretion sind schliesslich

1) *Lehmann,* Schmidt's Jahrbb. Bd. 36. S. 185.

2) *Frerichs,* a. a. O. S. 761.

noch die sg. *Speichelsteine* zu erwähnen; diese sind sehr oft analysirt worden, und man hat in ihnen mehr kohlensauren Kalk gefunden, als in irgend einer andern Art von Concrementen. Nachdem wir oben gesehen haben, dass selbst im Speichel fleischfressender Thiere sich Kalk in nicht unerheblicher Menge lose an organische Materie gebunden findet, und dass derselbe so leicht unter der Form von kohlensaurem Kalk abgeschieden wird, kann uns die Bildung und Constitution solcher Excremente nicht auffallend erscheinen.

Was die Menge des innerhalb einer bestimmten Zeit excernirten Speichels betrifft, so sind darüber die Angaben der Autoren ziemlich übereinstimmend, indessen keineswegs so sicher, dass man diesen Gegenstand als festgestellt betrachten dürfte; denn die meisten haben ihren Berechnungen die *Mitscherlich*'schen Angaben zu Grunde gelegt, die der Ausscheidung der einen Parotis eines überdiess noch kranken Menschen entnommen sind. *Mitscherlich's* Beobachtung ist nämlich diese, dass der fragliche Kranke, wenn er 15 Minuten lang willkührlich den Speichel im Munde zusammenzog, aus diesem 6,27 grm. auswarf, durch die Fistel aber in derselben Zeit 0,92 grm. entleerte; ausserdem hat *Mitscherlich* immer nur die unter bestimmten Verhältnissen und in gewissen Zeiten ausgeschiedenen Mengen des Parotidensecrets bestimmt. Man kann nun, wenn man das oben angegebene Verhältniss des Parotidensecrets zu den Ausscheidungen der übrigen speichelliefernden Organe als constant annimmt (was aber mehr als zweifelhaft), darnach die Mengen Speichel berechnen, die innerhalb bestimmter Zeiten oder unter bestimmten physiologischen Verhältnissen ausgeschieden werden. Unter gewöhnlichen Verhältnissen (bei der Spitalkost) fand *M.* die Menge des in 24 Stunden ausgelaufenen Parotidenspeichels schwankend zwischen 46,3 und 74,8 grm. Nähme man das oben angegebene Verhältniss zwischen Parotidenspeichel und den übrigen Secreten als constant an: so würde hiernach im Durchschnitt in 24 St. = 473 grm. Speichel aus den 6 Speicheldrüsen und der Mundschleimhaut abgesondert werden. *Burdach* [1]) berechnet aus den *Mitscherlich*'schen Zahlenangaben die Menge des in 24 St. von einem Erwachsenen ausgesonderten Gesammtspeichels zu zehn Unzen (= 255 grm.). *Valentin* [2]), indem er neben *Mitscherlich's* Angaben die ungefähre Ausbreitung der secernirenden

1) *Burdach,* Physiol. Bd. 1. S. 277 ff.

2) *Valentin,* Physiol. d. Menschen. 1844. Bd. 1. S. 626.

Flächen zum Grunde legt, = 216,4 bis 316,3; *Donné*[1]) nimmt 390 grm., *Thomson*[2]) nur 210 grm. an.

Jacubowitsch hat bei Hunden die Mengen von Speichel bestimmt, welche er aus den einzelnen Quellen dieser Flüssigkeit innerhalb einer Stunde sammeln konnte; er erhielt aus beiden Parotiden 49,2 gr., aus beiden Submaxillardrüsen 38,83 gr. und aus den beiden Orbitaldrüsen, Sublingualdrüsen und der Mundschleimhaut 24,84 gr. Für die innerhalb einer bestimmten Zeit im normalen Zustande abgesonderte Menge Speichel ist aus diesen Bestimmungen nichts zu schliessen; denn abgesehen davon, dass über die Grösse oder das Gewicht der Hunde nichts angegeben ist, *Jacubowitsch* aber (wie aus den Zahlenangaben selbst hervorgeht) Hunde von verschiedener Grösse den Versuchen unterworfen hat: so hat das Ansammeln auch unter so eigenthümlichen Verhältnissen stattgefunden, dass ein Vergleich mit der Menge des Secrets im normalen Zustande nicht möglich ist. Dagegen ist *Jac.* zu dem interessanten Resultate gelangt, dass, so verschieden die Mengen des von den verschiedenen Organen ausgesonderten Speichels sind, doch die festen Bestandtheile und unter ihnen die organischen und anorganischen Substanzen aus den drei verschiedenen Quellen gleich viel betragen; es sind nämlich in den oben angegebenen Mengen von Parotiden-, Submaxillar- und Mundspeichel gleich viel, d. h. nahe an 0,232 gr. fester Bestandtheile und unter diesen 0,080 gr. organischer und 0,152 gr. anorganischer Substanzen enthalten.

Alle Bestimmungen der Menge des innerhalb einer längern Zeit (z. B. in 24 St.) abgesonderten Speichels können höchstens annähernd sein, da die Thätigkeit der speichelbildenden Organe von sehr verschiedenen Einflüssen und Bedingungen abhängig ist. Die gewöhnlichste Veranlassung zu einer reichlichen Speichelabsonderung ist die Aufnahme von Nahrungsmitteln; es hängt aber sehr von deren Natur ab, ob viel oder wenig Speichel in der Mundhöhle zusammenfliesst; trockne und harte Speisen ziehen einen reichlichern Speichelzufluss nach sich, als feuchte und weiche; ja die blosse Bewegung der Unterkinnlade wirkt auf die Secretion; daher Sprechen oder Singen immer von Speichelsecretion begleitet ist. Dass chemische Reize, wie sie von sauren und aromatischen Nahrungsmitteln ausgehen, sowie auch mechanische, wie Kitzeln am Gaumen, eine oft sehr jähe Absonderung bedingen, ist ebenso bekannt, als dass gewisse psychische Einflüsse immer gleichen Erfolg haben. Besonders wichtig ist aber, dass nach dem Genusse von Speisen die Speichelabsonderung noch längere Zeit fortdauert; eine Erscheinung, die weniger von der Fortdauer des Reizes der Speicheldrüsen von der Mundhöhle aus abzuleiten ist, sondern mehr

1) *Donné*, L'Institut. No. 158. p. 59.

2) *Thomson*, Animal Chemistry. Lond. 1843. p. 571.

noch von der Magenverdauung aus durch Vermittlung der Nervenaction bedingt zu werden scheint; denn bringt man in den Magen eines Hundes durch die Magenfistel oder vermittelst einer elastischen Röhre durch den Schlund Nahrungsmittel, so lässt sich neben der Magensaftsecretion ein reichliches Zufliessen von Speichel beobachten.

Um die Menge des für verschiedene Arten von Nahrungsmitteln verwendeten Speichels ungefähr schätzen zu können, stellten *Magendie* und *Rayer* [1]), *Lassaigne* [2]) sowie auch *Cl. Bernard* [3]) Versuche an Pferden an, indem sie den Oesophagus derselben blosslegten, durchschnitten und den hinabgeschluckten Bissen auffingen. Es ergibt sich aus diesen Versuchen, dass Stroh und Heu mit der vier- bis fünffachen Menge Speichels in die Speiseröhre gelangt, stärkmehlreiche Saamen dagegen, z. B. Hafer, mit der gleichen oder anderthalbfachen Menge, frisches grünes Futter aber nur mit der Hälfte seines Gewichts an Speichel, während mit Wasser angerührtes Futter gar keinen Speichel aufzunehmen schien. Es gewinnt somit den Anschein, als ob selbst beim Genusse der Nahrungsmittel die Speichelsecretion nur von deren Natur abhänge und als ob sie beim Verzehren flüssiger oder feuchter Nahrungsmittel gar nicht in Thätigkeit gerathe. Allein wir müssen mit *Frerichs* annehmen, dass selbst im Zustande völliger Ruhe die Speichelsecretion nicht völlig aufhöre; denn obgleich *Mitscherlich* an seinen Kranken nach längerer Nüchternheit und völliger Ruhe kaum eine Spur aus der Fistel abgesonderten Speichels finden konnte, und obgleich man auch an Pferden, denen man eine Speichelfistel angelegt hat, im nüchternen Zustande derselben kaum eine Absonderung bemerkt, so wird dieselbe doch ebensowenig, wie die einer andern Drüse, jemals absolut stillstehen. Darnach jedoch, dass beim Schlafen mit vorgebeugtem Haupte sowie bei Paralyse der Gesichtsmuskeln Speichel und zwar in nicht geringer Menge abgesondert wird, dürfte die normale Secretion in relativer Ruhe nicht beurtheilt werden können, da in diesen beiden Fällen die reichlichere Aussonderung durch eigenthümliche Verhältnisse bedingt wird.

Ueber den physiologischen Werth des Speichels sind die Physiologen fast von jeher verschiedener Ansicht gewesen. Man muss aber dem Speichel im Wesentlichen einen dreifachen Zweck zuschreiben, nämlich einen mechanischen, einen chemischen und einen dynamischen.

Was den *mechanischen* Zweck des Speichels betrifft, so ist derselbe so einleuchtend, dass wohl Niemand im Ernste daran gezweifelt hat; denn dass das Durchfeuchten der trockneren Nahrungsmittel beim Kauen einerseits dazu diene, um dieselben zur Deglutition geschickter zu machen, andrerseits aber auch dazu, sie in einem gewissermassen

1) *Magendie* und *Rayer*, Compt. rend. T. 21. p. 902.
2) *Lassaigne*, Journ. de chim. méd. 1845. p. 472.
3) *Bernard*, Arch. génér. de méd. 4 Sér. T. 13. p. 22.

aufgelockerten Zustande der Einwirkung andrer Verdauungssäfte zugänglicher zu machen, bedarf keines Beweises, da dieses der Augenschein lehrt. Allein es wurde früher auf diese Function der ganze Werth des Speichels beschränkt, eine Ansicht, die neuerdings *Cl. Bernard* durch die eben erwähnten Versuche erwiesen zu haben glaubte. Derselbe hob hervor, dass der Parotidenspeichel seiner dünnflüssigen Beschaffenheit halber mehr dazu diene, die Nahrungsmittel zu durchfeuchten, während das zähflüssige Secret der Submaxillardrüsen den Bissen schleimig überziehe, ihn schlüpfrig und auf diese Weise zur Deglutition geneigter mache.

Wir haben bereits oben gesehen, dass das Secret der Submaxillardrüsen sich durch seine schleimige, zähe Beschaffenheit vor dem Secrete der Parotis auszeichnet, und dass selbst ein Infusum der erstern Drüse sich von dem der Parotis ebenso unterscheidet, wie das Secret der einen Drüse von dem der andern. *Bernard* macht hierbei noch auf die comparativ-anatomische Thatsache aufmerksam, dass diejenigen Thiere, welche ihre Nahrung ungekaut verschlingen, z. B. die Schlangen, Vögel und Reptilien, keine oder nur rudimentäre Parotiden besitzen, während ihre schleimbereitenden Submaxillardrüsen meistens sehr ausgebildet sind.

Die eigentliche Differenz der Ansichten der Forscher concentrirte sich auf die Frage über die chemische Function des Speichels. *Leuchs* hatte zuerst die Erfahrung gemacht, dass Stärkmehl durch Speichel allmählig in Zucker verwandelt werde; spätere Forscher glaubten diese Erfahrung durch directe Versuche bald bestätigen bald widerlegen zu können. In neuerer Zeit erklärte sich *Wright*, gestützt auf eine zahlreiche Menge von Versuchen, ganz entschieden für die chemische Einwirkung des Speichels auf stärkmehlreiche Nahrungsmittel; ja *Mialhe* [1]) glaubte sogar den Stoff gefunden zu haben, welchem jene umwandelnde Kraft allein oder vorzugsweise zukomme; er nannte ihn *Speicheldiastase*. Mehrere Forscher konnten *Wright's* und *Mialhe's* Behauptungen nicht bestätigt finden und lenkten zur weitern Erforschung dieses Gegenstandes ihre Aufmerksamkeit auf die den einzelnen speichelabsondernden Organen entlehnten Secrete. *Magendie* machte zuerst die Erfahrung, dass weder das Secret der Parotiden noch das der Submaxillardrüsen irgend eine Einwirkung auf das Stärkmehl ausübe, dass jedoch der sg. gemischte Speichel des Pferdes, d. h. der aus der Mundhöhle gesammelte, bei der Temperatur des thierischen Körpers rohes und gekochtes Stärkmehl in Zucker umwandle; *Bernard* leitete diese

1) *Mialhe,* Compt. rend. T. 20. p. 247. 367. 954 et 1485.

unbestreitbare Eigenschaft des gemischten Speichels (mochte er von Menschen, Hunden oder Pferden herrühren) lediglich von dem Secrete der Mundschleimhaut her, während *Jacubowitsch* überzeugende Beweise beigebracht hat, dass auch dieses Secret allein jene Fähigkeit nicht besitze, sondern dass diese lediglich dem Gemische von Schleimhaut- und Speicheldrüsensecret (sei dieses künstlich oder natürlich) einzig und allein zukommt. Es kann also nicht länger daran gezweifelt werden, dass der Speichel, sowie er im normalen Zustande den Nahrungsmitteln beigemengt wird, die Fähigkeit besitze, Stärkmehl in Zucker umzuwandeln. Allein noch sind wir desshalb keineswegs berechtigt, mit *Ross* [1]) die Mundhöhle als den Magen für Pflanzenspeisen anzusehen. Selten ist selbst bei den günstigsten Verhältnissen in einem Gemisch von Speichel und gekochtem Stärkmehl unter 5 bis 10 Minuten eine Spur von Zucker nachzuweisen, und es müsste demnach bei dem kurzen Verweilen des Bissens im Munde der Speichel auch im Magen und im Darme seine Wirksamkeit fortsetzen können, soll dieselbe für die physiologische Function des Speichels in Betracht kommen. Diess ist nun aber in der That der Fall; man kann sich leicht von dieser Thatsache an einem Thiere überzeugen, dem eine Magenfistel beigebracht worden ist; reiner Magensaft übt keine Wirkung auf Stärkmehl aus; dagegen lässt sich im Magen eines solchen Thieres, welches 10 bis 15′ vorher Stärkmehlboli verschlungen hat oder dem in die Fistel solche eingebracht worden sind, durch die bekannten Mittel Zucker nachweisen. Es lässt sich also nicht daran zweifeln, dass der Speichel, auch nach seiner Mengung mit andern thierischen Secreten, im Verdauungsrohre noch seine Einwirkung auf die Amylacea fortsetzt.

Trotz der Evidenz, mit welcher die Wirkungsfähigkeit des Speichels auf Amylacea dargethan worden ist, scheint es doch nach einigen andern Thatsachen, dass wir derselben nicht eine allzuhohe Wichtigkeit bei dem Verdauungsprocesse im Allgemeinen beimessen dürfen. Denn lassen wir auch *Budge's* [2]) Erfahrung, der an einem Kaninchen, dem er alle Speicheldrüsen exstirpirt hatte, keine Verdauungsstörung oder mangelhafte Ernährung wahrnehmen konnte, nicht als schlussfertig gelten: so müssen wir doch aus folgenden Gründen die fragliche Wirksamkeit des Speichels als eine ziemlich beschränkte ansehen: die

1) *Ross*, The Lancet January 13. 1844.

2) *Budge*, Rhein. Blätt. Bd. 4. S. 15.

Menge des abgesonderten Speichels hängt nicht von dem Gehalte der Nahrungsmittel an Stärkmehl ab, sondern ist selbst bei diesen höchst gering, sobald sie im flüssigen Zustande in die Mundhöhle gebracht werden; das Nachfliessen von Speichel ist nach dem Verschlingen stark durchfeuchteter Nahrungsmittel sehr gering; dieselben verweilen im Magen so kurze Zeit, dass eine vollständige Umwandlung des Stärkmehls in Zucker schon im Magen unmöglich ist; die Natur hat aber bereits im Duodenum für ein Secret gesorgt, den pankreatischen Saft, der das Umwandlungsvermögen für Stärkmehl in viel höherem Grade besitzt, als der Speichel; Thiere, z. B. Fische, welche stärkmehlhaltige Nahrungsmittel ungekaut verschlingen, besitzen meist nur so rudimentäre Speicheldrüsen, dass deren Speichelabsonderung kaum in Betracht kommt. Aber selbst der pankreatische Saft reicht in der Regel nicht aus, das Stärkmehl vollständig zu metamorphosiren; die Umwandlung geht so langsam von Statten, dass wir in den Excrementen der Fleischfresser nicht blos, sondern auch der Pflanzenfresser nach stärkmehlreichem Futter fast immer noch erhebliche Mengen Stärkmehls nachweisen können. Es scheint demnach mehr von dem subjectiven Ermessen abzuhängen, ob man dem Speichel in dieser Hinsicht eine höhere oder geringere Wichtigkeit beimessen will; in keinem Falle darf aber die Function des Speichels als Saccharificationsmittel überschätzt werden.

Zur Beurtheilung dieses Gegenstandes sind mehr eigne Beobachtungen, eigne Versuche und eigne Kritik nothwendig, als zu der irgend eines andern; denn die besten Beobachter würden sonst kaum zu den extremsten Ansichten verleitet worden sein; die Schwierigkeit, sich ohne eigne Forschung ein bestimmtes Urtheil zu bilden, wird aus folgender theilweise historischen Betrachtung der gesammelten Thatsachen zu ersehen sein. Als einer der entschiedensten Vertheidiger der Digestivkraft des Speichels trat *Wright* [2]) mit einer sehr grossen Anzahl von Versuchen auf, und ich [3]) selbst war früher dieser Ansicht vollkommen zugethan; allein alle Versuche über diesen Gegenstand sind nur mit grosser Vorsicht zu benutzen; denn es kommt bei keiner Untersuchung so oft vor, dass unter scheinbar ganz gleichen Verhältnissen der einzelnen Versuche doch verschiedene Erscheinungen auftreten und namentlich bei quantitativen Bestimmungen nie ganz gleiche Resultate erlangt werden. Besonders stellt sich die Menge des in Zucker verwandelten Stärkmehls oft in gleichzeitig angestellten Versuchen mit demselben Speichel und bei vollkommen gleichen Temperaturen sehr verschieden heraus. Fast immer, selbst wenn man nur sehr wenig Stärkmehl im Verhältniss zum Speichel verwendet, wird

1) *Wright*, a. a. O. S. 60—95.

2) *Lehmann*, Schmidt's Jahrbb. Bd. 37. S. 121—123. Bd. 39. S. 155 ff.

nicht alles Stärkmehl in Zucker verwandelt (wie auch *Jacubowitzsch* zugesteht); erst nach sehr langer Zeit, oft erst nach 16 und 24 St. findet man alles Stärkmehl metamorphosirt; dann ist aber das Stärkmehl nicht etwa blos in Zucker verwandelt, sondern dieser hat schon andere Umwandlungen erlitten; namentlich pflegt sich Milchsäure zu bilden; diese tritt aber nicht etwa erst nach vollendeter Umwandlung des Stärkmehls in Zucker auf, sondern findet sich oft schon, wenn noch sehr grosse Mengen Stärkmehls unverändert sind. Man muss sich aber noch überdiess daran erinnern, dass so viel andere thierische Substanzen unter gewissen Bedingungen ebenfalls die Fähigkeit besitzen, Stärkmehl in Zucker umzuwandeln. *Liebig* hatte schon längst darauf aufmerksam gemacht, dass Leim, eiweissartige und leimgebende Gewebe nach einer gewissen Zeit, wenn sie feucht an der Luft liegen, jene metamorphosirende Fähigkeit erlangen. Später überzeugte sich *Magendie*[1]), dass Aufgüsse von Hirnmasse, Herz, Leber, Lungen und Milz Flüssigkeiten liefern, welche in einigem Grade die Fähigkeit besitzen, Stärkmehl in Dextrin und Zucker zu verwandeln; übrigens fand er auch, dass Blutserum dieselbe Eigenschaft bei 40° erlange, und dass selbst im Blute lebender Thiere gekochtes Stärkmehl sich in Zucker verwandle. *Bernard*[2]) wiederholte also eigentlich nur die Versuche *Liebig's* und *Magendie's*, als er gut präparirte und ausgewaschene Mundschleimhaut der Luft aussetzte und nachher deren Einwirkung auf Amylon nachwies. Diese Thatsachen sind aber nicht mit der Wirkung des gemischten Speichels zu vergleichen; denn derselbe bedarf nicht erst eines längern Zutritts von atmosphärischer Luft, um jene Fähigkeit zu erlangen, und wird in diesem Vermögen nur durch die bekannte Diastase gekeimter Saamen und durch den pankreatischen Saft übertroffen.

Ein andrer Punkt, welcher dem Nichtexperimentator zweifelhaft erscheinen muss, ist die Frage, ob auch saurer Speichel die zuckerbildende Kraft besitze gleich dem alkalischen; eine Frage, welche von *Sebastian, Wright* und *Bernard* bestimmtest verneint wurde, während *Jacubowitzsch* und *Frerichs* dieselbe ebenso bestimmt bejahen. Der Grund, weshalb mir früher, gleich den erstgenannten Forschern, die Umwandlung des Stärkmehls durch Speichel misslungen ist, habe ich aller Bemühungen ungeachtet nicht ausfindig machen können; allein in neuern Versuchen, wo ich frischen mit Essigsäure, Schwefelsäure, Salzsäure oder Salpetersäure versetzten Speichel auf rohes oder gekochtes Stärkmehl einwirken liess, habe ich jedesmal eine ziemlich schleunige Zuckerbildung beobachtet, mich aber zugleich überzeugt, dass Säuren die Digestivkraft des Speichels für Amylon ebensowenig verlangsamen, als Alkalien beschleunigen. Es steht also fest, dass gemischter Speichel, sei er alkalisch oder sauer, mit gleicher Energie auf das Stärkmehl bei übrigens gleicher Temperatur einwirkt. Nur darf man bei Untersuchung dieses Gegenstandes sich nicht direct der *Trommer*'schen Zuckerprobe bedienen; dieselbe würde nämlich in diesem Falle keine Beweiskraft haben, denn nach einer interessanten Erfahrung *Frerichs'* wird von Speichel und Stärkmehl beim Kochen mit Kali und

1) *Magendie*, Compt. rend. 1846. No. 4. p. 189—192.
2) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de méd. T. XIII. p. 10.

Kupfervitriol alsbald Kupferoxydul ausgeschieden; man muss daher die filtrirten Gemische immer vorher durch Behandlung mit Alkohol von einem etwaigen Gehalte an Amylon oder Dextrin befreien, ehe man die *Trommer*'sche Probe anwendet, oder man muss sich andrer Methoden bedienen, um Zucker in dem Gemische nachzuweisen.

Was die Natur des eiweissartigen Stoffs im Speichel betrifft, den *Mialhe* *Diastase salivaire* nannte, so finden allerdings zahlreiche Aehnlichkeiten zwischen diesem und der Diastase statt, allein eine nähere Untersuchung erweist dennoch die vollkommene Verschiedenheit beider Stoffe. Zur Darstellung dieser Speicheldiastase präcipitirte *Mialhe* menschlichen Speichel mit absolutem Alkohol; das Präcipitat ist der vermeintliche Stoff. Vergleichen wir die Zusammensetzung des Speichels, so finden wir leicht, dass durch Alkohol neben einer Menge von Salzen hauptsächlich Ptyalin und Schleim präcipitirt werden, in dem Gemenge dieser Substanzen glaubt nun *Mialhe* das wirksame Princip des Speichels gefunden zu haben. Ich fand bei Anwendung dieses Gemengs die ausserordentlichen Wirkungen, wie sie *Mialhe* von ihm angiebt (1 Th. sollte 8000 Th. Stärkmehl in kurzer Zeit bei 37° in Zucker verwandeln), keineswegs bestätigt, und obgleich ich früher [1]) etwas Aehnliches gefunden zu haben glaubte, so habe ich mich doch davon überzeugt, dass weder in dem von *Mialhe* noch von mir bezeichneten Stoffgemenge noch in einem andern Theile der Speichelextracte die stärkmehlumwandelnde Kraft concentrirt ist. Indessen wäre es unwissenschaftlich, wollte man das Nachforschen nach dieser Eigenthümlichkeit des Speichels oder vielmehr einer seiner Bestandtheile mit der Fiction einschläfern, dass alle Gährungserreger in Umwandlung begriffene Substanzen seien, und dass eine einzelne in Umwandlung begriffene oder gährungserregende Substanz der chemischen Darstellung und Untersuchung unzugänglich sei. Jede Fiction, welche irgend eine Pforte der Erkenntniss verschliesst, ist verwerflich, so lange nicht eine vollkommen logische Berechtigung dafür da ist. Hätten *Schwann*, *Wasmann* und Andere die Hände ruhig in den Schoss gelegt, in dem Glauben, die Ursache der verdauenden Kraft des Magensaftes sei nicht zu erforschen, so würden wir heute nicht sehr weit in der Kenntniss des Verdauungsprocesses sein. Was übrigens die hypothetische Speicheldiastase betrifft, so war ein Suchen nach derselben nicht absurd, da Speichel weder durch Erhitzen noch durch Alkohol jene Fähigkeit verliert, und so auch das Pepsin seine Kraft beibehält, wenn es auch vorher an Bleisalze gebunden war. Thatsache ist nur, dass weder der nach *Berzelius*, noch nach *Gmelin* dargestellte Speichelstoff, noch das Ptyalin *Wright's* die Fähigkeit haben, Stärkmehl in Zucker umzuwandeln.

Nachdem, wie oben erwähnt, von *Magendie* und später von *Bernard* nachgewiesen worden war, dass die Secrete einzelner Speicheldrüsen auf Stärkmehl nicht umwandelnd einwirken, hat *Jacubowitsch* unter der Leitung von *Bidder* und *Schmidt* über denselben Gegenstand sehr schöne Versuche ausgeführt, die hier näher zu bezeichnen nicht überflüssig sein dürfte. Er überzeugte sich zunächst, indem er den Zufluss des Secrets der Parotiden und Submaxillardrüsen

1) Im 1. Th. der 1. Aufl. S. 299.

in die Mundhöhle eines Hundes verhinderte, dass das blosse Secret der Mundschleimhaut (gegen *Bernard's* Behauptung) Stärkmehl in Zucker umzuwandeln nicht vermag. Als er dagegen nur das eine Drüsenpaar unterband (also entweder nur das Parotidensecret, oder das der Submaxillendrüsen ausschloss), den Hund nach der Operation erst genesen liess und dann auf die eben beschriebene, von *Bernard* angegebene Methode den aus dem aufgesperrten und herabgesenkten Maule des Hundes auslaufenden Speichel mit Stärkmehl digerirte, so wurde schon im Verlaufe von 5 Minuten etwas Stärkmehl in Zucker umgewandelt. Das Stärkmehl wurde ebenfalls bald umgewandelt, wenn es in Berührung mit einem künstlichen Gemisch der erwähnten Drüsensecrete und Mundschleim oder auch Nasenschleim in Berührung gebracht wurde (blosser Nasenschleim besass diese Eigenschaft nicht). Ein Gemisch der Secrete der Parotiden und Submaxillendrüsen ohne Schleimhautsecret entbehrte dieser Eigenschaft vollkommen.

Zum Beweise der im Magen fortdauernden Wirksamkeit des Speichels auf Stärkmehl stellte derselbe Autor folgende Versuche an: in dem einen Falle liess er einen mit einer Magenfistel versehenen Hund, nachdem derselbe 12 Stunden gehungert hatte, gekochtes Stärkmehl fressen; er fand dann in oft wiederholten Versuchen, dass der aus der Fistel entleerte Mageninhalt Zucker enthielt. Bei einem andern Versuche brachte *Jac.* einem Hunde, dem die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen unterbunden waren, gekochtes Stärkmehl durch die Fistel ein, und fand selbst nach längerer Zeit keinen Zucker im Mageninhalte.

Wright legt einen besonders hohen Werth auf die Alkalescenz des Speichels theils während des Einspeichelns, theils während der Magenverdauung; er schreibt ihm daher noch eine zweite chemische Function zu, nämlich: die in den Magen gebrachte oder dort gebildete übermässige Menge von Säure zu sättigen. Die Thatsache, dass nach dem Genusse saurer Speisen ein alkalischerer Speichel abgesondert wird, ist ganz unläugbar; allein dasselbe geschieht auch nach dem Genusse gewürzter Speisen, spirituöser Getränke und andrer Stimulantien, die nicht, wie die Säuren, durch das Alkali des Speichels gesättigt oder gebunden werden können. Dass der Zweck dieser Absonderung auf Sättigung der freien Säure hinausgehe, dürfte daher um so mehr zu bezweifeln sein, da im Allgemeinen nach den bisherigen Erfahrungen ein Plus von Säure im Magen der Verdauung der stickstoffhaltigen Körper weniger nachtheilig zu sein scheint, als ein Minus derselben. Wir können daher für jetzt nur so viel zugeben, dass, da der Speichel constant während oder nach dem Essen alkalischer wird, ja selbst in den Fällen, wo er im nüchternen Zustande sauer war, und da seine Alkalescenz besonders nach schwerverdaulichen oder scharfen Stoffen zunimmt, dieses Alkali wohl mit zur Erfüllung der Zwecke

des Speichels beitrage; wie diess aber das Alkali vermöge, diess müssen wir zur Zeit dahingestellt sein lassen.

Wright stützt seine Behauptung besonders auf die an sich selbst gemachte Erfahrung, dass, wenn er nach einer reichlichen Mahlzeit immerwährend ausspuckte, sich bei ihm eine copiöse und schmerzhafte Acidität im Magen einstellte (also wohl Sodbrennen?).

Auf andere Kohlenhydrate, ausser Stärkmehl, äussert der Speichel keine umwandelnde Kraft; Rohrzucker, Gummi, Pflanzenschleim und Cellulose bleiben im Speichel völlig unverändert; nur bei den Zuckerarten beobachtet man, wiewohl erst nach längerer Digestion, bei höherer Temperatur Milchsäure- und endlich auch Buttersäurebildung.

Auf eiweissartige oder leimgebende Nahrungsmittel ist der Speichel ohne alle Einwirkung; er vermag höchstens dieselben gleich reinem Wasser aufzulockern und sie der Einwirkung des Magensaftes zugänglicher zu machen.

Wright glaubte sich durch zahlreiche Versuche überzeugt zu haben, dass Fleisch mit Speichel digerirt weit mehr corrodirt und aufgelockert werde, als bei Digestion mit Wasser; aus diesen und ähnlichen Versuchen schloss er, dass der Speichel wesentlich mit zur Verdauung der Animalien beitrage; allein genauere und öfter wiederholte Versuche von *Jacubowitsch* sowohl als von *Frerichs* haben diese Ansicht als durchaus irrig erwiesen.

Bernard und *Barreswil*[1]) glaubten sich nach einigen von ihnen ausgeführten Versuchen zu folgendem Ausspruche berechtigt: Le suc gastrique, le fluide pancreatique et la salive renferment un même principe organique, actif dans la digestion: mais c'est seulement la nature de la réaction chimique, qui fait differer le rôle physiologique de chacun de ces liquides, et qui determine leur aptitude digestive pour tel ou tel principe alimentaire.

Hätten nicht die vortrefflichen Versuche von *Jacubowitsch*, sowie die von *Frerichs* diese Ansicht völlig widerlegt, so würde jeder sich von deren Unhaltbarkeit leicht durch einfache Wiederholung der von *Bernard* und *Barreswil* angestellten Versuche überzeugen können.

Liebig hat den Gedanken ausgesprochen, dass der Speichel vermöge seiner Geneigtheit zur Schaumbildung dazu bestimmt sei, atmosphärische Luft in den Magen und Darmkanal überzuführen. Nun hat zwar *Wright* und nach ihm Andere erwiesen, dass durch Auswerfen erhaltener (also hinlänglich mit Luft in Berührung gekommener) Speichel Amylon auch ohne weitern Sauerstoffzutritt umwandle, und *Valentin*[2]) ganz richtig hervorgehoben, dass zur Verdauung der Animalien durch Magensaft kein Sauerstoffzutritt nöthig sei, Thatsachen,

1) *Bernard* und *Barreswil*, Compt. rend. T. 21. p. 88.
2) *Valentin*, Lehrb. d. Physiol. des M. Bd. 1. S. 286.

die man gegen *Liebig's* Ansicht hat geltend machen wollen: allein man hätte erwägen sollen, dass die eben bezeichneten Versuche keineswegs mit der Genauigkeit und in der Absicht angestellt worden sind, um allen Sauerstoffzutritt auszuschliessen, und dass sie deshalb *Liebig's* Behauptung gar nicht zu widerlegen im Stande sind; dazu kommt, dass wir gewisse Processe, z. B. die Weingährung, kennen, bei denen nur die genauesten Versuche die Nothwendigkeit eines geringen Zutritts von Sauerstoff nachzuweisen vermochten. Uebrigens spricht die Thatsache, dass nur gemischter Speichel, d. i. zugleich solcher, der mit atmosphärischer Luft in Berührung war, Stärkmehl umzuwandeln vermag, gewiss eher für als gegen *Liebig's* Meinung. Und wenn auch in der That der mit dem Speichel unfehlbar in die ersten Wege übergehende Sauerstoff auf die Verdauung im Magen ohne allen Einfluss sein sollte, so ist der Nutzen des Sauerstoffs im Darmkanale doch leicht zu begreifen, wenn auch noch nicht speciell nachzuweisen. Dass Gase im Darmkanale vorkommen, wissen wir, so auch, dass diese Gase reich an Kohlensäure, oft auch an Wasserstoffverbindungen sind; die Bildung der letztern, die bei ihrem Uebergange ins Blut sehr nachtheilige Folgen äussern müssten, wird und muss durch die Gegenwart freien Sauerstoffs ausserordentlich beschränkt werden. Nach den Gesetzen des Gasaustausches muss durch die Gegenwart von Sauerstoff im Darme dem Blute weniger Sauerstoff entzogen und demselben weniger Kohlensäure und Wasserstoff zugeführt werden.

Für eine der vorzüglichsten Functionen des Speichels erklärt *Wright* auch die vermeintliche Fähigkeit desselben, als nothwendiger Reiz für den Magen zu dienen, vermöge dessen der Digestionsprocess mächtig gefördert werde. Wir haben uns schon oft gegen die dynamischen Erklärungen physiologischer Erscheinungen ausgesprochen; unsre Ansicht ist die, dass ohne Chemismus auch die Nervenwirkungen nicht von Statten gehen können, dass also immer, wenn das Dynamische sich auf das Nervensystem beziehen soll, bestimmte chemische Beziehungen zum Erweise einer solchen Wirkung geltend gemacht werden müssen. Am wenigsten dünkt es uns aber passend, dem immerhin unlautern Begriff „Reiz“ in der physiologischen Chemie irgend eine Geltung zu gestatten. Wurde frischer Speichel durch die Magenfistel in den Magen eines Hundes gebracht, so bemerkte ich eine nicht mehr und nicht minder reichliche Absonderung von Magensaft, als wenn andere schleimige Flüssigkeiten in den Magen gebracht wurden; einen eigenthümlichen Reiz kann man bei solchen Versuchen

nicht beobachten; noch weniger dürfte aber der Reiz des Speichels zur Magenverdauung nothwendig sein, da feste Substanzen und hauptsächlich stickstoffhaltige Nahrungsmittel an und für sich eine weit reichlichere Absonderung von Magensaft veranlassen, als reiner Speichel.

Wright brachte in den Magen hungernder Hunde durch eine Kautschukröhre 3 bis 10 Unzen Speichel; er beobachtete dann nach 10 Minuten Contraction der Bauchmuskeln, Unruhe, Würgen und Erbrechen. Ich brachte allerdings höchstens nur 2 Unzen frischen menschlichen Speichels in den Magen eines Hundes durch die Fistel, fand aber keine der von *Wright* erwähnten Erscheinungen; selbst 6 Unzen Parotidenspeichel des Pferdes vertrug der Hund sehr gut. Auf das Erbrechen ist bekanntlich bei Hunden nicht viel zu geben, da diese bei den geringsten Veranlassungen sich erbrechen und oft das Erbrochene wieder fressen und gut vertragen. Die Menge Speichel, welche *Wright* verwendete und die nicht so schnell gesammelt werden konnte, deutet schon darauf hin, dass *Wright's* ,,normaler Speichel" wahrscheinlich schon in Zersetzung übergegangen war und deshalb jene abnormen Erscheinungen bei Hunden veranlasste.

Wright unterscheidet übrigens noch passive Functionen des Speichels: a) er unterstützt nämlich den Geschmacksinn; b) er begünstigt den Ausdruck der Stimme; c) er reinigt die Mundschleimhaut und stillt den Durst (?).

Am Schlusse der Betrachtung des Speichels können wir nicht ganz unerwähnt lassen, dass *Wright* die alte von *Eberle* [1]) und *Hünefeld* [2]) noch gehegte Ansicht, dass Speichel, namentlich wüthender Thiere oder zorniger Menschen, ins Blut gebracht, eine Anzahl höchst bedenklicher krankhafter Symptome und darunter besonders Hydrophobie hervorrufe, durch Experimente erwiesen zu haben glaubte, indem er Thieren Speichel ins Blut injicirte. Mit *Prinz* von mir an Hunden mit menschlichem und Pferdespeichel angestellte Versuche, die ziemlich in der Weise von *Wright*, nur mit filtrirtem Speichel angestellt wurden, liessen nie an Hunden selbst, wenn sie erkrankten, das Symptom der Wasserscheu wahrnehmen, und noch weniger gelang es uns, bei den Sectionen solcher Thiere ähnliche pathologisch-anatomische Erscheinungen (namentlich nicht im Magen der Thiere) zu erkennen, wie man sie bei den Sectionen wirklich toller Hunde zu finden pflegt. *Jacubowitsch* [3]) hat aber auch diesem Gegenstande eine genauere Aufmerksamkeit gewidmet und sehr sorgfältige Versuche angestellt, welche nicht nur die Behauptungen *Wright's* widerlegten, sondern auch gleichzeitig die Gründe der durch jene Versuche veranlassten Irrungen darlegten. Die Resultate der Versuche von *Jacubowitsch* sind nämlich folgende: Menschlicher Speichel, selbst in grösster Menge in den Magen von Hunden ge-

1) *Eberle*, Physiol. der Verdauung. Würzburg 1834. S. 28.
2) *Hünefeld*, Chemie u. Medicin. S. 52.
3) *Jacubowitsch*, a. a. O. S. 42—47.

bracht, bringt durchaus keine krankhaften Erscheinungen hervor; nicht filtrirter Speichel in die Venen injicirt bedingt Erstickungserscheinungen, filtrirter Speichel (frei von Epithelien oder andern morphologischen Theilen, die die Capillargefässe des kleinen Kreislaufs verstopfen könnten) kann ohne Nachtheil injicirt werden. Beim Tabackrauchen gesammelter Speichel enthält empyreumatische Substanzen, welche, wenn Speichel in den Magen oder in die Venen gebracht wird, Erscheinungen von Narkose hervorrufen. *Hertwig* [1]) hat aber durch viele Versuche nachgewiesen, dass selbst der Speichel wuthkranker Hunde, wenn er andern Thieren in den Magen gebracht oder eingeimpft wird, die Wasserscheu zu erzeugen nicht vermöge.

Magensaft.

Die Flüssigkeit, welche sich im Magen ansammelt, wenn Speisen in denselben gelangen, ist im reinen Zustande vollkommen klar und durchsichtig, dünnflüssig, fast gänzlich farblos, höchstens sehr schwach gelblich gefärbt, von sehr schwachem, eigenthümlichem Geruche und kaum bemerkbarem, salzig-säuerlichem Geschmacke, wenig schwerer als Wasser; morphologische Elemente sind in ihm nur spärlich wahrzunehmen, sie bestehen theils aus unveränderten Zellen der Magensaftdrüsen, theils aus deren Kernen, theils auch aus feiner moleculärer Materie, die durch Zerfallen jener Elemente entstanden ist. Ihre Reaction ist sehr sauer; durch Kochen wird sie nicht getrübt; bei Neutralisation mit Alkalien ist zuweilen eine geringe Trübung zu bemerken. Vor den meisten andern thierischen Flüssigkeiten zeichnet sich der Magensaft dadurch aus, dass er sehr lange Zeit unzersetzt bleibt, und, selbst wenn Schimmelbildung eingetreten ist, immer noch seine wesentlichste Eigenschaft, d. i. sein Verdauungsvermögen, beibehält.

Die beste Methode, sich möglichst reinen Magensaft zu verschaffen, ist die: Hunden, denen man künstlich Magenfisteln beigebracht hat, leicht zu zerkauende Knochen zu fressen zu geben, nach Verlauf von 5 bis 10 Minuten den äusseren Verschluss der Fistel zu öffnen, mittelst Trichters und Sonde den ausfliessenden Saft zu sammeln und diesen durch Filtriren von Schleimflocken und etwaigen Speiseresten zu trennen. Es ist hierbei aber allerdings ein Uebelstand, dass solchem Magensafte immer eine nicht unbedeutende Menge Speichel beigemengt ist.

1) *Hertwig*, Beiträge zur nähern Kenntniss der Wuthkrankheit. Berlin 1829. S. 156.

Früher kannte man kein andres Mittel, sich Magensaft in einigermassen brauchbarer Menge zu verschaffen, als dieses: Thiere, die längere Zeit nichts gefressen hatten, zu füttern und sie nach 10 bis 30 Minuten zu tödten. Hat man Knochen, Sehnen oder grössre Stücken Fleisch gefüttert, so findet man im Magen des Thieres in der Regel einen Magensaft, der zur Untersuchung recht wohl verwendbar ist, da er alle Eigenschaften eines anderweit gesammelten, normalen Magensaftes besitzt; haben die Thiere vorher lange gehungert, so pflegt etwas mehr Schleim beigemengt zu sein; eine andere Verschiedenheit habe ich nicht gefunden. *Tiedemann* und *Gmelin* haben nur so gesammelten Magensaft zu ihren Untersuchungen benutzt, indem sie jedoch anstatt der genannten Nahrungsmittel auch reizende oder unlösliche Substanzen (Pfefferkörner, Kieselsteine) benutzten.

Zu bemerken ist, dass diese Methode bei Carnivoren und Omnivoren sehr gut anwendbar ist, nicht aber bei Herbivoren (wenn diese auch nicht wiederkäuend sind); denn bei letztern, namentlich Kaninchen, findet man oft auch nach dem längsten Hungern (selbst wenn man sie durch Inanition getödtet hat) den Magen immer noch von Nahrungsresten einigermassen erfüllt; man erhält daher auf die vorerwähnte Weise nie einen reinen, nur speichelhaltigen, Magensaft. Es versteht sich übrigens von selbst, dass diese Methode deshalb nicht sehr brauchbar ist, weil man nach ihr immer nur wenig Magensaft gewinnt, und eine grössere Anzahl von Thieren getödtet werden muss, um eine zur Untersuchung ausreichende Menge zu erhalten.

Spallanzani, *Braconnot*, *Leuret* und *Lassaigne* verschafften sich, ohne die Thiere zu tödten, dadurch Magensaft, dass sie ihnen Schwämme verschlucken liessen, die, an einer Schnur befestigt, nach einiger Zeit wieder aus dem Magen der Thiere herausgezogen werden konnten. Obgleich die genannten Forscher mittelst dieser Methode manche schöne Beobachtung gemacht und überhaupt viel Aufklärung über den räthselhaften Verdauungssaft verbreitet haben, so liegen doch die Misslichkeiten, welche diese Methode mit sich bringt, wohl so auf der Hand, dass wir dieselben nicht erst namhaft zu machen brauchen. Das Misslichste aber ist, dass hierdurch nicht nur ein sehr unreiner Magensaft gesammelt wird, sondern dass die gewonnene Menge ebenfalls nur sehr gering ist.

Die dritte und beste Methode ist die oben erwähnte, welche auf Anlegung künstlicher Magenfisteln beruht. Nachdem *Beaumont*[1]) nämlich an einem Manne, bei dem sich in Folge einer Schusswunde eine Magenfistel gebildet hatte, die vortrefflichsten und entscheidendsten Beobachtungen über die Magenverdauung angestellt hatte, kam *Blondlot*[2]) zuerst auf den Gedanken, solche Fisteln bei Hunden zu erzeugen. Die Anlegung jener Fisteln ist mir wenigstens keineswegs so leicht geworden, wie diess *Blondlot* beschreibt. Es können eine Menge Fälle eintreten, durch welche ein glückliches Resultat der Operation verfehlt wird. Besonders hebe ich hervor, dass die Hunde die Ligatur und das Klötzchen, an welchem der durch den Magen gehende Drath befestigt ist, in der Regel abkauen und den Drath herauszerren, so dass eine Ruptur des Magens ent-

1) *Beaumont*, Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion. Boston 1834.

2) *Blondlot*, Traité analytique de la digestion, considérée particulièrement dans l'homme et dans les animaux vertebrés. Nancy et Paris 1843.

steht, deren Folgen unfehlbar den Tod des Thieres mit sich bringen. Oft hilft hiergegen die bestangelegte, verkleisterte Bandage nichts, wenn man das Thier nicht geradezu so festbindet, dass es sich nicht bewegen kann. Dieses grausame Verfahren muss aber ziemlich lange fortgesetzt werden, da die spätere Anwendung von Pressschwämmen zur Erweiterung der Fistel gleiche Vorsichtsmassregeln erfordert. Ich kann daher aus eigner Erfahrung nur die von *Bardeleben* [1]) angegebene Methode zur Anlegung solcher Fisteln empfehlen, durch welche die erwähnten und noch viele andere Uebelstände des *Blondlot*'schen Verfahren vermieden werden.

Man verfährt darnach am besten auf folgende Weise: von dem Processus xiphoïdes schneidet man nach dem Nabel hin 2 Zoll gerade in der Linea alba ein, öffnet nach vollständiger Trennung der Bauchdecken das Peritonäum in einer gleichen Länge und fasst dann mit 2 Fingern den Magen (der, wenn das Thier kurz vorher etwas gefressen hat, sehr leicht zu erreichen ist), bildet eine ungefähr 1 Zoll lange Falte (in der nicht zu grosse Blutgefässe verlaufen dürfen), zieht mittelst einer starken Nadel einen Bindfaden durch die Falte, befestigt diesen an einem über die Wunde quergelegtem Hölzchen und schliesst die Wunde durch Knopfnähte, die natürlich die Bauchmuskeln mit fassen müssen; dabei muss die Falte des Magens in dem dem Nabel zunächst gelegenen Wundwinkel eingeklemmt sein. Damit nun der erste Faden die Falte bei der oft sehr heftigen Brechbewegung, wobei der Magen gewaltsam nach innen gezogen wird, nicht durchschneide, ist es sehr wichtig, nach der Angabe von *Bardeleben*, noch einen doppelten Faden durch Bauchmuskeln und Magenfalte zu ziehen und die beiden Enden des einen Fadens nach vorn um den künstlichen Magenvorfall, die des andern aber nach hinten um eben denselben festzubinden. Die Wunde erfordert dann keine weitre Behandlung, (die bei dem *Blondlot*'schen Verfahren höchst beschwerlich ist); das Lecken und Knabbern der Hunde schadet nichts, da gerade dadurch die Wunde nur rein gehalten wird. Das eingeklemmte Stück Magen wird bald (am 3. bis 5. Tage) brandig, stösst sich ab, und die Fistel ist fertig. Weit schwieriger ist es, eine passende Canüle in die Fistel einzubringen, so dass diese weder herausfällt noch zu stark presst, noch auch Flüssigkeit aus dem Magen, wenn sie verschlossen ist, heraustreten lässt. Auch hierzu hat *Bardeleben* einen sehr einfachen und brauchbaren Apparat angegeben, nämlich eine nur an einem Ende mit einem hervorragenden Rande versehene Röhre von Argentan, ungefähr 3/4 Zoll lang (nicht eine einem Doppelknopf ähnliche, wie sie *Blondlot* anwendet); in diese Röhre passen 2 Doppelhaken ein, deren Verbindungsstück so lang ist, wie die Canüle selbst; durch einen gutschliessenden Kork werden diese Haken so an die Wände der Canüle angedrückt, dass ein Herausfallen des ganzen Apparats aus der Wunde unmöglich wird. In Bezug der weitern Manipulation muss ich auf *Bardeleben's* Mittheilung verweisen.

Der reine, filtrirte Magensaft enthält nur wenig feste Bestandtheile, nämlich 1,05 bis 1,48 %; daher sind auch dieselben, namentlich die organischen, noch sehr wenig untersucht.

Berzelius fand in einer Probe des von *Beaumont* gesammelten menschlichen Magensaftes = 1,27% fester Bestandtheile; in dem eines Hundes *Blondlot* = 1,000 %, *Leuret* und *Lassaigne* dagegen 1,32, *Frerichs* in dem eines Pferdes = 1,72 %. Die oben genannten Zahlen habe ich aus Versuchen an Magensaft verschiedener Hunde entlehnt; jedoch ist zu bemerken, dass der Magensaft beim Eindampfen nicht blos Wasser, sondern auch verhältnissmässig viel Salzsäure verliert, wie weiter unten aus den dort mitgetheilten Versuchen zu ersehen ist. *Tiedemann* und *Gmelin* fanden daher in dem Magensafte eines Hundes, dem vorher kohlensaurer Kalk beigebracht worden war, (wegen zurückgehaltner Salzsäure und gebildeten Chlorcalciums) 1,95 % fester Bestandtheile.

1) *Bardeleben*, Ros. u. Wund. Arch. f. phys. Hlk. Bd. 8. S. 1—7.

Ueber die Natur der freien Säure des Magensaftes ist man bis auf die neueste Zeit sehr verschiedner Meinung gewesen. Nach *Prout*, der zuerst brauchbare chemische Untersuchungen über den Magensaft anstellte, nahm man lange Zeit die Gegenwart freier Salzsäure in demselben als erwiesen an; es ist aber bereits im 1. Th. S. 97 nachgewiesen worden, dass freie Milchsäure vorherrschend im Magen enthalten ist.

Ueber den seltnern Gehalt des Magensaftes an Flusssäure, an Essigsäure und Buttersäure ist ebenfalls bereits im 1. Th. unter den betreffenden Säuren das Nöthige erwähnt worden; wir haben nur hinzuzufügen, dass es neuerdings *Frerichs* gelungen ist, im Magen eines nüchternen Pferdes und Hammels gleich *Tiedemann* und *Gmelin* Buttersäure nachzuweisen.

Was die Menge der freien Säure im Magensafte betrifft, so habe ich durch Eintrocknen des Magensafts im Vacuo und Auffangen der entweichenden Chlorwasserstoffsäure (vergl. 1. Th. S. 97) in 6 Versuchen 0,098 bis 0,132 % gefunden; im Rückstand fand sich alsdann noch 0,320 bis 0,585 % freier Milchsäure, so dass, wenn wir nur die Milchsäure als frei bestehend im Magensafte annehmen, darin 0,561 bis 0,908 % enthalten sein würden.

Es ist wohl nicht unwahrscheinlich, dass die Menge der freien Säure des Magensaftes ebenso variabel ist, als die des Alkalis im Speichel; indessen sieht jeder ein, der sich mit ähnlichen Versuchen beschäftigt hat, dass diese Zahlen nur einen ungefähren Begriff von der Menge Säure im Magensafte geben können; denn abgesehen davon, dass der aus einer Magenfistel gesammelte Saft nie ganz rein erhalten wird, so äussert sicher auch die Methode, die Absonderung hervorzurufen, wesentlichen Einfluss auf die Constitution des Secrets. Den bezüglichen Magensaft sammelte ich von 3 Hunden zu sehr verschiedenen Zeiten und zwar so, dass ich dieselben nach 12stündigem Hungern fettige Knochen fressen liess und 10 bis 25' nachher den Magensaft sammelte; es wurde aber durch Wiederholung des gleichen Verfahrens erst nach und nach die zur Analyse nöthige Menge Magensaft gesammelt, so dass gewissermassen jede der 6 Bestimmungen ein Mittelresultat gab. Die Summe der freien Säure des filtrirten Magensaftes bestimmte ich dadurch, dass ich denselben durch kohlensauren Baryt sättigte und aus dem darnach durch Schwefelsäure gefällten schwefelsauren Baryt die Menge der freien Milchsäure berechnete.

Blondlot glaubte irrthümlicher Weise gefunden zu haben, dass Magensaft kohlensauren Kalk nicht zerlege, und schloss hieraus, dass die saure Reaction des Magensafts nur von saurem phosphorsaurem Kalk herrühren könne; *Dumas*, *Melsens* und *Bernard* fanden, dass nicht nur kohlensaurer, sondern auch basisch phosphorsaurer Kalk, ja dass selbst Zink und Eisen unter Wasserstoffentwicklung vom Magensafte aufgelöst werden, Eigenschaften, die eine Lösung sauren phosphorsauren Kalks nicht besitzt.

Der feste Rückstand des Magensaftes enthält neben Milchsäure ausserordentlich viel Chlormetalle, und zwar ausser Chlornatrium geringere Mengen von Chlorcalcium und Chlormagnesium nebst Spuren von Eisenchlorür.

Beim Verdunsten des Magensaftes erhält man einen Rückstand, der aus Kochsalzkrystallen besteht, die nur von einer gelblichen, syrupösen Masse befeuchtet sind; die letztere enthält hauptsächlich milchsaures Natron. Die Gegenwart von Eisenchlorür ist fast immer leicht durch Kaliumeisencyanid in dem stark eingedampften Magensafte nachzuweisen.

Phosphorsaurer Kalk ist im filtrirten Magensafte nur in geringen Mengen vorhanden.

Im schleim- oder zellenhaltigen Safte wird dieses Salz gewöhnlich in grösserer Menge gefunden, sobald man es aus der Asche des Rückstandes bestimmt.

Schwefelsaure und phosphorsaure Alkalien sind in dem reinen Magensafte nicht nachzuweisen, ebensowenig Ammoniaksalze.

Dampft man frischen Magensaft über Talkerdehydrat ab, extrahirt den Rückstand mit Alkohol, so müsste entweder Ammoniak entweichen (was nicht beobachtet wird) oder Salmiak und milchsaures Ammoniak in die alkoholische Lösung übergehen; fällt man aus dieser mit Schwefelsäure die Basen, so findet sich in dem Präcipitate keine Spur von Ammoniak. Hätte aber das Ammoniak sich etwa mit der Talkerde verbunden zu dem bekannten Tripelphosphat, so würde solches bei weiterer Behandlung des in Alkohol unlöslichen Rückstandes durch die mikroskopische Untersuchung leicht zu entdecken gewesen sein; denn wurde auch dieser Rückstand mit etwas Phosphorsäure und ammoniakfreier Salzsäure versetzt und die Lösung mit Talkerde digerirt, so bildete sich dennoch das bekannte Tripelphosphat nicht. Ich kann daher nur glauben, dass der von *Braconnot, Tiedemann* und *Gmelin* und Anderen gefundene Salmiak erst durch die chemische Behandlung und zwar in Folge der Einwirkung der freien Salzsäure auf Schleim oder eine andere stickstoffhaltige Thiersubstanz entstanden sei.

Ausser den Mineralsubstanzen finden sich im Magensafte auch einige organische Substanzen, welche jedoch ihrer höchst geringen Menge wegen sehr wenig untersucht sind; nämlich eine in Wasser und absolutem Alkohol lösliche Substanz (sonst Osmazom genannt) und eine nur in Wasser auflösliche, durch Alkohol, Gerbsäure, Quecksilberchlorid und Bleisalze mehr oder weniger vollständig fällbare Materie; die letztre, welche wohl selbst mehr ein Gemeng discreter Substanzen ist, bildet das eigenthümliche Verdauungsprincip, welches beim Kochen seiner Lösung seine Fähigkeit, Proteïnkörper und leimgebende Stoffe umzuwandeln, zwar verliert, aber nicht (wie man aus

dem Verhalten künstlichen Magensafts früher schloss) beim Erhitzen gleich Eiweiss gerinnt.

Das Verhältniss der Mineralbestandtheile des Magensaftes zu den organischen ist ziemlich schwankend; im Magensafte eines Pferdes fand *Gmelin* 1,05% organische und 0,55% anorganische Bestandtheile, *Frerichs* dagegen 0,98% organische und 0,74% anorganische, in dem eines Hundes der letztere 0,72% organische und 0,43% anorganische, ich 0,86% bis 99% organische und 0,38 bis 0,56% anorganische Materie.

Unter künstlichem Magensafte versteht man eine Flüssigkeit, welche durch besondre Behandlung der Drüsenhaut des Magens mit verdünnter Salzsäure erhalten worden ist, und die Haupteigenschaft mit dem natürlichen Magensafte gemein hat, stickstoffhaltige Nahrungsmittel in lösliche, nicht coagulirbare Stoffe umzuwandeln.

Nachdem *Eberle* [1]) zuerst dargethan hatte, dass dem Magensafte auch ausserhalb des thierischen Körpers die Fähigkeit verbleibe, eigenthümliche Veränderungen der Speisen hervorzubringen, und dass durch Digestion der Magenschleimhaut mit höchst verdünnten Säuren eine Flüssigkeit erhalten werde, welche wahrhaftes Verdauungsvermögen besitze, wurde von *Schwann* [2]) nachgewiesen, dass einerseits die Fähigkeit, mit Säuren ein Verdauungsgemisch zu liefern, nur der Drüsenhaut des Magens zukomme, und dass aus dieser sich eine durch Quecksilberchlorid präcipitirbare Substanz darstellen lasse, welche das Verdauungsvermögen in hohem Grade besitze. *Schwann* nannte die letztere Substanz *Pepsin*. *Wasmann* [3]), der noch ausführlicher als *Schwann* die Quelle des Magensaftes und des fraglichen Pepsins aus dem von ihm sorgfältig untersuchten und beschriebenen Magensaftdrüsen nachwies, suchte auch ein reineres Pepsin darzustellen.

Derselbe verfuhr auf folgende Weise: die Drüsenhaut des Schweinsmagens, welche sich hauptsächlich von der grossen Curvatur nach der Cardia hin erstreckt, ward sorgfältig abpräparirt und, ohne zerschnitten zu sein, gewaschen, dann mit destillirtem Wasser bei 30 bis 35° digerirt; nach einigen Stunden die abgeschäumte Flüssigkeit weggeschüttet, die Haut von Neuem mit kaltem Wasser abgewaschen, der Rückstand kalt mit ungefähr 6 Unzen destillirten Wassers digerirt und wiederholt ausgewaschen, bis sich ein fauliger Geruch zu zeigen anfing. Die filtrirte Flüssigkeit war durchsichtig, schleimig und ohne Reaction; dieselbe ward nun mit essigsaurem Bleioxyd oder Quecksilberchlorid gefällt, sorgfältig ausgesüsst und durch Schwefelwasserstoff wieder zersetzt; aus der wässrigen Lösung wurde durch Alkohol das Pepsin in weissen Flocken gefällt.

Das auf diese Weise erhaltene Pepsin bildet trocken eine gelbe, gummiartige, wenig hygroskopische Masse, die in feuchtem Zustande weiss und volu-

1) *Eberle,* Physiologie der Verdauung. Würzburg 1834.

2) *Schwann*, Pogg. Ann. Bd. 38. S. 358.

3) *Wasmann*, de digestione nonnulla, diss. inaug. Berol. 1839.

minös ist, sich leicht in Wasser löst, und stets etwas freie Säure zurückhält, so dass es immer Lackmus röthet; durch Alkohol wird es aus der wässrigen Lösung gefällt; Mineralsäuren trüben die Lösung des neutralisirten Pepsins, lösen bei mehr Zusatz von Säure die Trübung wieder auf, und scheiden es bei Ueberschuss von Säure wieder in Flocken aus; durch Metallsalze wird es nur unvollständig gefällt, aber gar nicht durch Kaliumeisencyanür; dagegen soll das Pepsin durch Kochen coagulirt werden, was, wie *Frerichs* nachgewiesen hat, nicht dem Pepsin, sondern dem diesem beigemengten Eiweiss zuzuschreiben ist.

Dieser Stoff besitzt die metamorphosirende Kraft in so hohem Grade, dass nach *Wasmann* eine Lösung, die nur $\frac{1}{60000}$ davon enthält, bei schwacher Ansäuerung coagulirtes Eiweiss in 6 bis 8 Stunden auflöst. Diese Eigenschaft verliert das Pepsin nach *Wasmann* nicht durch Alkohol so wie *Schwann* von dem seinigen berichtete; wohl geht sie aber verloren, wenn die Lösung gekocht oder mit Kali vorsichtig neutralisirt wird; in beiden Fällen trübt sich die Flüssigkeit.

Fast gleichzeitig mit *Wasmann* wurden von *Pappenheim* [1]) und *Valentin* [2]) und später von *Elsässer* [3]) ähnliche Versuche mit künstlichem Magensafte über das verdauende Princip angestellt, die im Allgemeinen zu denselben Resultaten führten; rein für die chemische Analyse konnte das Pepsin jedoch bis auf den heutigen Tag nicht dargestellt werden.

Da sich nach dem *Wasmann*'schen Verfahren dem künstlichen Magensafte immer faulige Theile ebensowohl als verdaute Gewebspartikeln beimischen, so schlug ich [4]) folgenden Weg ein, um eine möglichst reine Verdauungsflüssigkeit zu gewinnen:

Von dem gehörig gereinigten Magen eben getödteter Schweine ward der Theil der Schleimhaut abpräparirt, welcher hauptsächlich die Magensaftdrüsen enthält.

Da dieses Schleimhautstück noch eine ziemlich dichte Lage von submucösem Bindegewebe oder der sogenannten Gefässhaut enthält, von welcher die Magensaftdrüschen gewissermassen zusammengehalten werden, so darf auch dieses nicht unmittelbar zur Darstellung der Verdauungsflüssigkeit verwendet werden, weil sich sonst derselben eine Menge verdauter Leimsubstanz beimengen würde. Gänzlich lässt sich freilich dieser Uebelstand nicht vermeiden, da sich bei jeder Behandlungsweise dem Drüseninhalte heterogene Gewebselemente beimischen werden. Um aber den Drüseninhalt so rein als möglich zu erhalten, wird das fragliche Schleimhautstück, nachdem es ein bis zwei Stunden bei gewöhnlicher Temperatur in destillirtem Wasser gelegen, mit einem stumpfen Messer oder Spatel gelind abgeschabt, wobei man auf der Klinge einen blassgrauröthlichen, zähen Schleim erhält; dieser wird in destillirtes Wasser gebracht und unter öfterem Umschütteln 2 bis 3 Stunden bei gewöhnlicher Tempe-

1) *Pappenheim*, zur Kenntniss der Verdauung. Breslau 1839.

2) *Valentin*, Repert. B. 1. S. 46.

3) *Elsässer*, Magenerweichung der Säuglinge. Stuttgart und Tübingen 1846. S. 68 ff.

4) *Lehmann*, Ber. d. Gesellsch. der Wiss. zu Leipzig. 1849. S 10.

ratur stehen gelassen; dann erst wird etwas freie Säure zugefügt und das Gemisch eine halbe bis eine ganze Stunde lang im Brütofen einer Temperatur von 35° bis 38° C. ausgesetzt. Nach Verlauf dieser Zeit hat die Flüssigkeit viel von ihrer Zähigkeit verloren und ist nur noch wenig getrübt; sie geht leicht durchs Filter und liefert dann eine vollkommen limpide, kaum schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit.

Diese und ähnliche künstliche Gemische können recht wohl dazu dienen, wie auch die Erfahrung sattsam gelehrt hat, verschiedene Bedingungen und Erscheinungen der Verdauung zu erforschen: allein zu Versuchen, das eigentliche verdauende Princip oder den Complex von Stoffen, welcher dasselbe constituirt, von den unwesentlichen Beimengungen möglichst zu trennen und es der chemischen Analyse zugänglich zu machen, sind sie bei weitem weniger geeignet, als der aus dem lebenden Thiere entlehnte Magensaft. Enthält letzterer auch immer etwas Speichel beigemengt, so ist dieser einer genauern Untersuchung des Magensaftes doch bei weitem weniger hinderlich, als das Eiweiss und die verschiedenen Peptone in den künstlichen Verdauungsmitteln. Gelänge es auch das Eiweiss zu entfernen, so würden die Peptone doch in alle Lösungen und alle Präcipitate dem verdauenden Principe folgen. Leider ist diess selbst mit dem natürlichen Magensafte, wiewohl in weit geringerm Grade, der Fall; denn auch dieser ist nie völlig frei von Pepton zu erhalten; es scheint uns aber trotzdem das Bemühen vieler Forscher keineswegs verdammenswerth, durch wiederholte Forschungen das verdauende Princip immer mehr einzukreisen, so dass es endlich gelingen kann, einen chemischen Ausdruck für diese Substanz, sei sie darstellbar oder nicht, aufzufinden. *Frerichs* hat in seiner classischen Abhandlung über die Verdauung auch hier schon den richtigen Weg gefunden, der, wie es scheint, allein noch zum Ziele führen kann, indem er natürlichen Magensaft mit Alkohol fällte; fügt man nicht zu viel Alkohol hinzu, so bleibt der grösste Theil der Peptone und auch des wässrigen Extractivstoffs des Speichels in Lösung, freilich auch etwas Pepsin. Das Präcipitat löst sich ziemlich leicht in Wasser, und wird daraus durch Quecksilberchlorid, Zinnchlorür, basisch essigsaures Bleioxyd und Gerbsäure gefällt, nur unvollständig von neutralem essigsaurem Bleioxyd; beim Kochen trübt es sich nicht, hat mit verdünnter Salzsäure oder Milchsäure versetzt stark verdauende Eigenschaften, verliert dieselben aber gleich dem Magensafte durch Kochen, durch absoluten Alkohol, durch Neutralisation mit Alkalien; in alkalischer Lösung geht es sehr leicht in Fäulniss über, in neutraler ist es namentlich zur Schimmelbildung sehr geneigt; erhält sich aber, angesäuert, sehr lange Zeit unzersetzt, ganz wie nativer Magensaft. *Frerichs* hat nachgewiesen, dass jene durch Alkohol präcipitirten Flocken schwefel- und stickstoffhaltig sind.

Ueber die eigentliche Quelle des Pepsins, über die sogenannten Magensaft- oder Labdrüsen und deren Inhalt, wird in dem histologisch-chemischen Theile dieses Werks ausführlicheres mitgetheilt werden.

Eine sehr interessante Ansicht über die Natur des Verdauungsprincipes hat *C. Schmidt*[1]) aufgestellt; derselbe betrachtete jenes nämlich als eine

1) *C. Schmidt*, de digestionis natura etc. Diss. inaug. Dorp. Liv. 1846 und Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61. S. 22–24.

gepaarte Säure, deren negativer Bestandtheil Salzsäure, deren Paarling aber *Wasmann's* säurefreies oder coagulirtes Pepsin sei; diese copulirte Säure besitze einfacher Weise die Eigenschaft mit Albumin, Glutin, Chondrin u. s. w. lösliche Verbindungen einzugehen, gleiche aber unter den copulirten Säuren insbesondere der Holzschwefelsäure; wie diese in Dextrin und Schwefelsäure, so zerfalle die *Pepsinchlorwasserstoffsäure* bei 100° in *Wasmann's* coagulirtes Pepsin und Salzsäure; ebensowenig wie jene könne diese aus ihren nähern Bestandtheilen, wenn dieselben einmal getrennt seien, wiederhergestellt werden. Würde die complexe Säure mit Alkali zusammengebracht, so falle der mit Salzsäure verbunden gewesene Stoff, der Paarling, nieder. Dass ein künstliches Verdauungsgemisch, durch welches nichts mehr verdaut wird, auf Zusatz freier Säure wieder die lösende und verdauende Kraft erlange, glaubte *Schmidt* daher ableiten zu können, dass durch die eben zugesetzte Salzsäure die Pepsinchlorwasserstoffsäure aus ihrer Verbindung mit dem Albumin u. s. w. ausgetrieben würde und so ihre frühern Eigenschaften wieder erlange, während die zugesetzte Salzsäure mit dem Albumin u. dgl. die bekannten löslichen salzsauren Verbindungen eingehe. Durch wiederholten Zusatz von Salzsäure würde ein Verdauungsgemisch oder diese Pepsinchlorwasserstoffsäure die verdauende Kraft bis ins Unendliche bewahren, wenn nicht einerseits die Flüssigkeit sich allmählig mit den gelösten Stoffen sättigte und andrerseits die gepaarte Säure selbst sich zersetzte.

So geistreich diese Ansicht *Schmidt's* ist, ja so schlagend einige Gründe für dieselbe zu sprechen scheinen, so stehen ihrer Richtigkeit doch einige gewichtige Umstände entgegen: die Existenz jener Pepsinchlorwasserstoffsäure ist durch keine Analyse weder einer Verbindung mit einer Mineralbase noch mit einer albuminösen Substanz erwiesen worden; nach den von mir[1]) angestellten, zahlreichen Versuchen über die quantitativen Verhältnisse der Verdauungsmittel zu den verdauten Substanzen finden zwischen Säure und verdauter Substanz keine solchen Proportionen statt, welche mit den gewöhnlichen, wenn auch mehrfachen (sauren und basischen) Verbindungen von Säure und Base in irgend einen Einklang zu bringen wären; endlich verhalten sich die von der Säure getrennten, sg. verdauten Stoffe (die Peptone), durchaus verschieden von dem ursprünglichen Albumin, Fibrin, Caseïn u. s. w., Stoffen, die doch nach *Schmidt* sich ganz einfach mit jener complexen Säure verbinden und dadurch unmittelbar gelöst werden sollten. Die nähern Nachweise für diese Gegengründe werden sich aus der weitern Betrachtung über die Peptone u. s. w. von selbst ergeben.

Ueber **abnorme Bestandtheile** des Magensaftes, wie sie unter gewissen physiologischen oder pathologischen Verhältnissen auftreten können, ist sehr wenig bekannt. Wir wissen, dass im normalen Zustande, wenn der Magen leer ist, sich derselbe mit einer Schleimschicht überzieht, welche ohne Reaction auf Pflanzenfarben ist. Dieser *Schleim* sammelt sich namentlich bei Magenkatarrh in grösserer Menge an und zeigt bei der chemischen Untersuchung wenig Ver-

1) *Lehmann*, a. e. a. O.

schiedenheit von dem Schleimsafte andrer Schleimhäute; wie dieser besitzt er das Verdauungsvermögen nach Zusatz freier Säure nur in geringem Grade; dagegen scheint er selbst im Magen zum Theil schon in Zersetzung überzugehen und später bei Zutritt von stärkmehl- oder zuckerhaltigen Speisen abnorme Gährungsprocesse, wie *Essig*-, *Butter*- und *Milchsäuregährung* hervorzurufen; die Magencontenta enthalten dann weit mehr freie Säure, als sich je bei der normalen Verdauung vorfindet. Insbesondere werden durch die Gegenwart von Fett die beiden letztern Gährungsprocesse befördert; es entsteht Sodbrennen, Würgen und Erbrechen. Durch die revulsorischen Bewegungen des Darmtractus wird zugleich Galle in den Magen übergeführt, die der Verdauung ein neues Hinderniss entgegensetzt. *Gallenstoffe* lassen sich aber eigentlich nicht als abnormen Bestandtheil des Magensaftes ansehen, da dieselben gewiss nie aus derselben Quelle, wie der Magensaft hervorgehen: indessen findet man dieselben so häufig, dass ich nur wenig Sectionen gestorbener Menschen und selbst gesunder, eben getödteter Thiere angestellt habe, in deren Magencontentis (namentlich den nach dem Pylorus zu gelegenen) ich nicht Gallenbestandtheile gefunden hätte.

Bei Sectionen findet man die Magencontenta, zuweilen auch die bei Magenkatarrh ausgebrochenen Massen, auffallender Weise in ihren äusseren Lagen, d. h. denen, welche den Magenwänden zugekehrt waren, völlig neutral, ja sogar alkalisch, während die innern Theile oft sehr stark saure Reaction zeigen; diese für den ersten Blick sonderbare Erscheinung findet leicht darin ihre Deutung, dass mit der mangelnden Absonderung von Magensaft auch die Bewegungen des Magens so gering gewesen sind, dass die Contenta nicht gehörig unter einander gemengt wurden, und dass daher die innern Theile entweder in eine der erwähnten sauren Gährungen übergegangen sind oder die den Speisen ursprünglich eigenthümliche saure Reaction nur beibehalten haben.

Es scheint, als ob in dem Thierkörper heterogene Stoffe wie durch die Speicheldrüsen, so auch durch die Magensaftdrüsen wiederholt einen Kreislauf machten, ehe sie durch die Nieren abgeschieden oder vorher anderweit verändert werden. Darauf deuten wenigstens die Versuche von *Bernard*[1]), der Rhodankalium und Eisenchloridlösung in verschiedene Venen desselben Hundes injicirte und erst im Magensafte die Bildung von Eisenrhodanid beobachtete.

Am bekanntesten ist die Beobachtung, dass *Harnstoff* bei Urämie oder Exstirpation der Nieren von den Magensaftdrüsen mit ausgesondert wird.

1) *Bernard*, Arch. génér. de méd. T. XI. p. 310.

Seit *Nysten* (vergl. d. 1. Th. S. 172) ist die Erfahrung öfter gemacht worden, dass in den bei Urämie als Folge von Bright'scher Krankheit oder der Cholera ausgebrochenen Massen sich Harnstoff vorfand. *Bernard* und *Barreswil*[1]) haben in dieser Hinsicht ein Paar interessante Versuche angestellt. Sie fanden nämlich nach der Exstirpation der Nieren bei Hunden, dass im Anfange der Harnretention im Blute mit dem Magensaft kein Harnstoff, dagegen sehr viel Salmiak ausgeschieden wurde, ohne dass der Magensaft etwa minder sauer als normaler gefunden wurde; dagegen war es bemerkenswerth, dass hier der Magensaft ohne den Reiz durch Nahrungsmittel, also im nüchternen Zustande der Hunde, in reichlicher Menge ausgesondert worden war. Im Blute fanden sie, so lange der Magensaft sauer blieb, keinen Harnstoff; derselbe fand sich jedoch im Blute, sobald sich am Hunde erheblichere krankhafte Symptome einstellten; in diesem letztern Falle wurde nur wenig Magensaft und zwar rein alkalischer abgesondert, der viel kohlensaures Ammoniak enthielt.

Ich habe zweimal Ausgebrochenes untersucht und darin Harnstoff gefunden, ohne dass an den Kranken die Erscheinungen der Urämie beobachtet worden waren; das Ausgebrochene hatte deutlichen Harngeruch und enthielt auch Harnsäure; es stellte sich heraus, dass die Kranken, hysterische Mädchen, ihren eigenen Harn getrunken und Harnretention simulirt hatten. *Rayer*[2]) erzählt einen ähnlichen Fall. Entsprechend *Bernard's* Experimenten, findet man sehr gewöhnlich in dem Ausgebrochenen, besonders aber in den Magencontentis der Leiche kohlensaures Ammoniak; bei der zur Cholera oder zur Bright'schen Krankheit sich zugesellenden Symptomengruppe, welche man Urämie zu nennen pflegt, habe ich die Magencontenta und das Ausgebrochene stets stark alkalisch und zwar sehr reich an kohlensaurem Ammoniak (aber niemals Harnstoff) gefunden. Dagegen muss die Symptomengruppe: Urämie doch noch in etwas andern als in der blossen Zersetzung des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak ihren Grund haben; denn wenn ich Katzen oder Hunden verdünnte Lösungen von kohlensaurem Ammoniak in verschiedenen Proportionen injicirte, so traten Convulsionen und bei stärkerer Dosis tetanische Krämpfe ein, die bekanntlich nicht zu den gewöhnlichen Erscheinungen der Urämie gehören, während bei keinem der beiden sich so leicht erbrechenden Thierarten Vomitus eintrat. Der Magen wurde meist nur schwach geröthet gefunden und am Schleimgehalte desselben keine wesentliche Veränderung beobachtet.

Ueber die Quantität des täglich secernirten Magensaftes lässt sich bis jetzt nicht einmal ein ungefähres Urtheil fällen; denn es fehlt uns hierzu noch an allen Unterlagen. Wir wissen nur, dass im gesunden Zustande seine Absonderung lediglich von der Aufnahme der Speisen abhängig ist, und dass gewisse Speisen einen reichlicheren, andre einen weniger reichlichen Erguss des Magensaftes bewirken. Es gibt Substanzen, z. B. Zucker, aromatische Stoffe, Weingeist und Alkalien, welche, in den Magen gebracht, augenblicklich eine fast überströmende Absonderung von Magensaft bewirken, während andre Stoffe, z. B. Animalien, durch die längere Dauer ihres Verweilens im Magen allmählig eine weit grössere Menge Magensaft zu ihrer Umwandlung erfordern.

1) *Bernard* und *Barreswil*, Arch. génér. de méd. 1847. p. 449—465.

2) *Rayer*, Maladies des reins. p. 285.

Nach meinen Erfahrungen sind 100 grm. frischer Magensaft eines Hundes im Stande, im Durchschnitt nicht mehr als 5 grm. geronnenes Eiweiss (als trocken berechnet), aufzulösen; nehmen wir nun an, dass ein Erwachsener in 24 Stunden ungefähr 100 grm. eiweissartiger Substanz aufnimmt, so würden allein zu deren Verdauung 2000 grm. oder 4 Pfd Magensaft abgesondert werden müssen. Bei der Betrachtung des Verdauungs- und Ernährungsprocesses werden wir auf diesen Gegenstand zurückkommen, daher hier nur diese Andeutung genügen möge.

Ueber die physiologische Function des Magensaftes kann nach dem Gesagten kein Zweifel mehr sein. Der Magensaft dient dazu, die stickstoffhaltigen Stoffe, wie Proteïnverbindungen und deren Derivate nicht bloss aufzulösen, sondern auch sie zu modificiren. Man glaubte in früherer Zeit, der Magensaft sei nur dazu bestimmt, die unlöslichen und coagulirten Substanzen in die entsprechenden löslichen Stoffe zu verwandeln, die löslichen aber völlig unverändert zu lassen, um sie auf diese Weise der Resorption fähig zu machen und zu erhalten. Hatte man sich später auch davon überzeugt, dass das Caseïn durch den Magensaft erst coagulirt werde, um durch denselben dann wieder in eine lösliche Materie umgewandelt zu werden, so glaubte man doch, dass das lösliche Albumin keiner Umwandlung bedürfe und einer solchen auch nicht unterliege, um resorbirt oder, wie man sich ausdrückte, assimilirt zu werden (*Tiedemann* und *Gmelin*). Dagegen lehrt uns die positive Untersuchung der Producte, welche aus der Verdauung hervorgehen, dass durch die Einwirkung des natürlichen oder des künstlichen Magensaftes auf Proteïnkörper oder leimgebende Substanzen durchaus neue Stoffe gebildet werden, welche zwar in ihrer chemischen Zusammensetzung und manchen ihrer physikalischen Eigenschaften mit ihren Mutterstoffen übereinstimmen, sich aber von diesen nicht bloss durch ihre leichte Löslichkeit (in Wasser und selbst in verdünntem Alkohol), sondern auch durch ihren Mangel an Gerinnbarkeit und Gelatinirbarkeit ebensowohl als durch die Unfähigkeit, mit den meisten Metallsalzen unlösliche Verbindungen einzugehen, wesentlich unterscheiden. Die Bildung dieser Stoffe, die wir Peptone nennen wollen, geht durch die Einwirkung des Magensaftes vor sich, ohne dass eine Gasexhalation noch eine Gasabsorption stattfindet, noch dass irgend ein andres Nebenproduct gebildet wird.

Beaumont war der erste, welcher darauf aufmerksam machte, dass auch das nicht geronnene Eiweiss im Magen eine Veränderung erleidet, obgleich *Tiedemann* und *Gmelin* und später *Blondlot* aus ihren Versuchen auf das Gegentheil schliessen zu müssen glaubten. Man kann sich aber sehr leicht überzeugen, dass Blutserum ebensowohl als das mit Wasser angerührte und filtrirte

Albumin der Eier durch den Magensaft ebenso gut wie durch jede andre verdünnte Säure stark getrübt wird; der Magensaft, sei es natürlicher oder künstlicher, wirkt alsdann allerdings oft wenig oder gar nicht auf das Eiweiss weiter ein, da ja eben durch den partiellen oder totalen Verlust der freien Säure sein Verdauungsvermögen verloren gegangen ist. Setzt man aber von neuem freie Säure zu, so erkennt man (wenn man nicht, wie *Blondlot* für das Eiweiss, zu geringe Mengen Magensaft verwendet hat) die allmählige Umwandlung des Albumins an der Verminderung der Menge coagulirbarer Substanz; endlich zeigt die Flüssigkeit weder durch Siedehitze, noch durch Salpetersäure, noch sonst durch etwas eine Spur von gewöhnlichem Albumin mehr an. Ganz dieselbe Wahrnehmung lässt sich bei der natürlichen Verdauung machen. Beobachtet man nämlich den Mageninhalt von Hunden, die, mit Magenfisteln versehen, solche Eiweisslösungen verschluckt haben, so ist der Mageninhalt anfangs nur von schwach saurer Reaction (ob klar oder getrübt durch theilweise Präcipitation des Eiweisses lässt sich wegen steten Schleimgehalts der Magencontenta nicht entscheiden); sehr bald aber, schon nach 5 bis 10 Minuten, ist so viel Magensaft abgesondert worden, dass das Alkali des löslichen Eiweisses nicht blos gesättigt, sondern auch das ganze Verdauungsgemisch stark saure Reaction angenommen hat. Auch hier lässt sich allmälige Abnahme coagulirbarer Materie nachweisen. Dass aber, wie *Tiedemann* und *Gmelin* beobachteten, ein Theil Albumin uncoagulirt in den Dünndarm auch im normalen Zustande übergehen könne, wage ich nicht in Abrede zu stellen. *Mialhe*[1]) hat sich auch von der Metamorphose des löslichen Albumins bei der Magenverdauung überzeugt. Was das Verdauungsproduct des löslichen Albumins betrifft, so habe ich mit denjenigen Mitteln, die uns bis jetzt noch zur Analyse dieser so complexen Stoffe, wie die Proteïnkörper, zu Gebote stehen, keinen Unterschied zwischen den Peptonen des löslichen und des coagulirten Albumins finden können.

Schwann nannte nach der damaligen Bezeichnungsweise die Stoffe, welche aus der Verdauung des Eiweisses hervorgehen, *Osmazom* und *Speichelstoff; Mialhe*, welcher zuerst nachwies, dass ein einziger, leicht löslicher Stoff aus der Verdauung des Albumins oder andrer Proteïnkörper hervorgehe, ertheilte diesem den Namen *Albuminose*. Auf die Eigenschaften des Eiweisspeptons werden wir weiter unten zurückkommen.

Das Fibrin des Blutes wird vom Magensafte nicht etwa in einer ähnlichen Weise aufgelöst, wie etwa von Salpeterwasser (vergl. 1. Th. S. 360), sondern es wird in eine nicht coagulirbare, lösliche Substanz verwandelt, *Fibrinpepton*.

Dass das lösliche Caseïn im Magen erst coagulirt werde, ehe es der eigentlichen Verdauung unterliegt, ist eine schon alte Erfahrung, die namentlich durch die Beobachtung an ausgebrochener Milch und die bekannte Eigenschaft des Kalbsmagens, Caseïn zur Gerinnung zu bringen, erhärtet wurde. Neuere Beobachtungen konnten dem nichts weiter hinzufügen, als dass das so geronnene Caseïn im Allgemeinen längerer Zeit zu seiner Auflösung bedarf, als die meisten andern Proteïnkörper, und dass auch hier wie bei den andern, die leichtere oder schwerere Verdaulichkeit hauptsächlich von dem Aggregatzustande abhängt, in

1) *Mialhe,* Journ. de Pharm. et de Ch. 3 Sér. T. 10. p. 161–167.

welchem es ausgeschieden worden ist, daher z. B. nach *Elsässer*[1]) das mehr gallertartig gerinnende Caseïn der Frauenmilch leichter verdaut wird, als das klumpig zäh coagulirte Caseïn der Kuhmilch.

Globulin, Vitellin, Legumin und andre Proteïnkörper verhalten sich meinen Erfahrungen nach bei der natürlichen wie künstlichen Verdauung ganz ähnlich dem Albumin.

Auffallend ist es, dass Glutin, Chondrin und leimgebende Gewebe bei ihrer Verdauung im Magen in Stoffe umgewandelt werden, die in ihren physikalischen und den meisten ihrer chemischen Eigenschaften den Peptonen der Proteïnkörper vollkommen entsprechen. Der Grad der Löslichkeit dieser Stoffe ist aber wesentlich von mechanischen Verhältnissen abhängig; bereits gebildeter Leim ist leichter metamorphosirbar, als Zellgewebe; dieses aber bei weitem leichter, als Sehnen und Knorpel; ja letztere pflegen in der Regel nicht so lange im Magen zu verbleiben, um vollkommen verdaut zu werden, sondern gehen selbst grossentheils unverdaut mit den Excrementen wieder ab.

Von der Verdaulichkeit der gemischten Nahrungsmittel und einzelner thierischer Gewebe wird bei der Betrachtung des Verdauungsprocesses im Ganzen die Rede sein.

Was nun aber die mehrerwähnten Peptone betrifft, so hat man diesen bisher nur sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt; ja man wusste über deren physisches und chemisches Verhalten bis auf *Mialhe* so gut wie gar nichts. *Mialhe* sah irriger Weise die aus der Verdauung von Proteïnkörpern sowohl als leimgebenden Geweben hervorgehenden löslichen Substanzen für vollkommen identisch an. Folgende Eigenschaften, die *Mialhe* seiner Albuminose zuschreibt, sind allerdings richtig beobachtet und den meisten der Peptone gemein: im festen Zustande sind die verdauten Substanzen weiss oder schwachgelblich, von geringem Geschmack und Geruch, leicht löslich in Wasser, auch etwas in Spiritus, aber völlig unlöslich in absolutem Alkohol. Die wässrigen Lösungen dieser Stoffe werden nicht gefällt durch Kochen, Säuren oder Alkalien, wohl aber durch Metallsalze sowie durch Chlor und Gerbsäure.

Meinen eignen Untersuchungen nach sind sämmtliche Peptone weisse, amorphe Körper, ohne allen Geruch und höchstens von schleimigem Geschmacke, fast in jedem Verhältnisse in Wasser löslich, unlöslich in Alkohol von 83%; ihre wässrigen Lösungen röthen Lakmus; sie verbinden sich leicht mit Basen und zwar mit Alkalien ebensowohl als mit Erden zu neutralen in Wasser sehr leicht löslichen Salzen. Die wässrigen Lösungen dieser Salze werden nur durch Gerbsäure, Quecksilberchlorid und mit Aetzammoniak versetztes essigsaures Bleioxyd gefällt; dagegen bewirken alle andern Metallsalze und selbst salpetersaures Silberoxyd oder Alaun keine Niederschläge, selbst basisch essigsaures Bleioxyd bedingt nur eine geringe Trübung, welche durch einen Ueberschuss des Reagens wieder aufgelöst wird. Säuren, organische wie mineralische, bewirken weder im concentrirten noch im höchst verdünnten Zustande Fällungen oder Trübungen, auch Chromsäure nicht; durch Kaliumeisencyanür oder Cyanid entstehen aus den mit Essigsäure angesäuerten Lösungen nur geringe Trübungen.

1) *Elsässer*, die Magenerweichung der Säuglinge. Stuttg. u. Tüb. 1846.

Die Peptone ganz von Mineralstoffen zu befreien, gelang mir nicht; jedoch erhielt ich sie frei von phosphorsauren und salzsauren Salzen, so dass die Asche nur kohlensaures Alkali oder kohlensauren Kalk nebst etwas schwefelsaurem Alkali enthielt. Was zunächst den Schwefelgehalt der Peptone betrifft, so fand ich denselben constant gleich dem der Muttersubstanzen, d. h. z. B. im Pepton aus Eiereiweiss nach Abzug des Alkalis oder Kalks im Mittel von 3 Versuchen (1,579, 1,659 und 1,600) = 1,602% Schwefel, also zufällig fast bis auf die Decimalen mit den *Mulder*'schen Bestimmungen des Schwefelgehalts des Eieralbumins übereinstimmend. Dieser Schwefel scheint aber in dem Pepton ganz in derselben Form wie im Albumin enthalten zu sein, wenigstens gibt jenes, mit Alkalien behandelt, gegen Bleisalze wie gegen Silberblech dieselbe sehr deutliche Schwefelreaction. Im Stickstoffgehalte habe ich bei wiederholten Analysen ebensowenig als im Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalte einen Unterschied von den entsprechenden Muttersubstanzen wahrnehmen können; aus meinen Elementaranalysen kann ich nicht einmal schliessen, dass die Umwandlung der Proteïnkörper in Peptone unter Aufnahme von Wasser geschehe, was man zu glauben geneigt sein möchte; die Umwandlung ist höchstens der des Stärkmehls in Dextrin oder besser vielleicht der der Cholsäure (Cholals. *Str.*) in Choloïdinsäure zu vergleichen.

Dargestellt wurden von mir die Peptone, indem ich natürlichen Magensaft von Hunden oder künstliche Verdauungsflüssigkeit, aus den Pepsindrüsen von Schweinsmagen gewonnen, mit möglichst rein dargestelltem geronnenem Albumin, Fibrin, Caseïn, Legumin, Glutin und Chondrin so lange bei der nöthigen höhern Temperatur in Berührung liess, bis der grösste Theil der zu verdauenden Substanz in Lösung übergegangen war; hierauf wurde das ganze Gemisch gekocht und filtrirt; die saure Flüssigkeit ward über kohlensaurem Kalk etwas eingedampft, und die darauf wieder filtrirte Flüssigkeit bis zur Honigconsistenz concentrirt. Zusatz von Alkohol (von 83%) präcipitirte die Peptonkalkverbindung, löste aber das Chlorcalcium nebst Chlornatrium auf; das Ungelöste, welches jetzt an der Luft noch sehr hygroskopisch war und leicht firnissähnlich zusammentrat, wurde nun mit absolutem Alkohol ausgekocht und endlich mit alkoholhaltigem Aether heiss extrahirt. Aus der Kalkverbindung liess sich durch kohlensaure Alkalien leicht die Alkaliverbindung darstellen. Wo nicht frei, doch arm an Mineralstoffen, wurden die Peptone erhalten, wenn deren Barytverbindungen durch Schwefelsäure vorsichtig von Baryt oder einem grössern Theile desselben befreit wurden.

Durch kohlensaure Alkalien konnte das Kalkpepton nur theilweise von Kalk, dagegen vollkommen von phosphorsaurem Kalk befreit werden; wurde nämlich die alkalische Peptonlösung von dem durch kohlensaures Kali gefällten kohlensauren Kalk abfiltrirt, mit Essigsäure schwach angesäuert, abgedampft und durch Extraction mit Alkohol von essigsauren Salzen befreit, so gab aus der wässrigen Lösung kohlensaures Natron oder Ammoniak keinen Niederschlag, wohl aber oxalsaures Ammoniak; die Asche bestand fast nur aus kohlensaurem Kalk. Das Eiweisspepton enthielt z. B. alsdann noch 5,53% Kalk. Die Sättigungscapacität des Eiweisspeptons würde demnach = 1,67 und dessen Atomgewicht = 5960 sein.

Ganz ähnliche Resultate habe ich bei der Analyse der andern Peptone erhalten; an einem andern Orte werde ich die nähern Details dieser Untersuchungen ausführlicher mittheilen; es geht aber aus diesen so viel mit Sicherheit hervor, dass die Verdauung der Proteïnverbindungen nicht durch eine einfache Bildung des bekannten salzsauren Eiweisses her-

gestellt wird, wie man früher und neuerdings theilweise wenigstens nach *C. Schmidt* wieder angenommen hat.

Folgende Thatsachen sind noch bemerkenswerth rücksichtlich der *verdauenden Kraft* des Magensaftes: dieselbe wird nämlich *aufgehoben:* durch Kochen, durch Sättigung der freien Säure mit Alkalien oder selbst mit phosphorsaurem Kalk, durch schweflige und arsenige Säure, Gerbsäure, Alaun und die meisten Metallsalze; sehr *gehemmt* wird sie durch Alkalisalze oder Sättigung der Flüssigkeit mit Peptonen oder andern organischen, stickstofffreien und stickstoffhaltigen Substanzen. Zusatz von *Wasser* zu einem Magensafte, der sich bereits mit Pepton gesättigt hat, bewirkt, dass derselbe noch eine grössere Menge von Proteïnstoffen zu verdauen im Stande ist; hergestellt bis zu einem gewissen Grade wird das Verdauungsvermögen auch durch erneuten Zusatz *freier Säure.* Zu viel freie Säure ohne die gehörige Verdünnung mit Wasser hebt das Verdauungsvermögen gänzlich auf; das günstigste Verhältniss der freien Säure des Magensaftes ist dieses, dass 100 Th. Flüssigkeit ungefähr durch 1,25 Th. Kali gesättigt würden. Chlorwasserstoffsäure und Milchsäure sind die einzigen Säuren, welche mit dem Pepsin energisch wirkende Verdauungsflüssigkeiten liefern; Schwefelsäure, Salpetersäure und Essigsäure geben mit Pepsin ein nur schwach wirkendes Verdauungsgemisch, Phosphorsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Bernsteinsäure u. s. w. können in keiner Weise die Stelle der Milchsäure oder Salzsäure bei der Verdauung vertreten. Fette, in gewisser Menge dem Magensafte zugesetzt, beschleunigen die Umwandlung der Proteïnkörper in Peptone.

Dass schweflige Säure, arsenige Säure, Gerbsäure u. s. w. die verdauende Kraft des Magensaftes aufheben, wird Niemand Wunder nehmen, dem bekannt ist, dass dieselben Stoffe andre Umwandlungsprocesse und besonders die Gährungserscheinungen alsbald aufheben. Nach den chemischen Eigenschaften des Pepsins, welches sich mit Metallsalzen und andern Stoffen chemisch verbindet, war wohl auch kaum ein andrer Erfolg der Einwirkung jener Stoffe auf die peptische Kraft des Magensaftes zu erwarten.

Dass ohne die freie Säure des Magensaftes keine Verdauung möglich ist, hat insbesondere *Wasmann* hervorgehoben, der ja zu der Ansicht geführt wurde, dass „in solo acido" die verdauende Kraft des Magensaftes liege. Diese letztre Ansicht ist indessen durch die Versuche vieler Forscher hinreichend widerlegt worden; wir erinnern z. B. nur an *Blondlot,* glauben aber gezeigt zu haben, dass die Peptone Körper sind, wesentlich verschieden von den löslichen salzsauren und milchsauren Proteïnverbindungen. Der einfachste Versuch kann übrigens jeden davon überzeugen, dass verdünnte Säuren nicht dasselbe leisten, wie Magensaft.

Schon *Elsässer* [1]) hat gezeigt, dass ein Verdauungsgemisch, welches sich bereits mit verdauter Substanz gesättigt und somit seine verdauende Kraft verloren hat, dieselbe zum Theil wieder gewinnt, ebensowohl durch Verdünnung mit Wasser als durch Zusatz freier Säure. Man hat über diese Erfahrungen verschiedene Ansichten aufgestellt (*Elsässer* und *C. Schmidt*), allein es hat mir geschienen, als ob diese Fragen nur durch quantitative Bestimmungen entschieden werden könnten. Ich [2]) habe desshalb in dieser Rücksicht eine Anzahl von Versuchsreihen angestellt, ohne jedoch bis jetzt zu einer bestimmten in Zahlen ausdrückbaren Formel für diese Verhältnisse zu gelangen.

Elsässer hält nach seinen Erfahrungen in einer künstlichen Verdauungsflüssigkeit 3 bis 4% Salzsäure (also wahrscheinlich 1,2 bis 1,6% Chlorwasserstoff) für das günstigste Verhältniss; neben dieser soll die Menge der festen Bestandtheile in derselben nicht mehr als 1,25% betragen.

Wasmann und andre Forscher schreiben meistens der freien Säure im Allgemeinen die peptische Kraft zu. Meine ausführlichen Versuche haben mich aber zu dem oben bezeichneten Resultate geführt, dass andre Säuren mit dem Pepsin nur sehr schwaches Verdauungsvermögen besitzen, ja dass selbst Salzsäure, in der man phosphorsauren Kalk bis zur Sättigung aufgelöst hat, im Verein mit Pepsin keine verdauende Kraft mehr besitzt.

Ueber die Wirksamkeit der neutralen Alkalisalze, namentlich der Chloralkalien, bei der Verdauung ist man früher nach dem Ergebnisse positiver Untersuchungen sehr verschiedener Ansicht gewesen. Ich selbst [3]) glaubte früher gefunden zu haben, dass Zusatz von Kochsalz zum Magensaft die Auflösung von Proteïnkörpern befördere, allein neuere ausführliche Versuche haben mich gelehrt, dass jede Art von neutralen Alkalisalzen der Verdauung ausserordentlich hemmend in den Weg tritt.

Dass Fette die Umwandlung der Proteïnkörper in Peptone sehr befördern, ist bei Versuchen an lebenden Thieren, ferner mit künstlichem sowie mit natürlichem Magensafte sehr leicht nachzuweisen [4]). Auch *Elsässer* hat diese Beobachtung bestätigt.

Die Erfahrungen der meisten Forscher kommen darin überein, dass der Magensaft ohne bemerkbare Einwirkung auf die gewöhnlichen *stickstofflosen Nahrungsmittel* ist. Die Fette können zwar selbst, wie oben erwähnt, einen Einfluss auf die Verdauung im Magen ausüben, erleiden aber selbst keine nachweisbare chemische Veränderung. Auch Stärkmehl, Gummi und Zucker unterliegen durch reinen Magensaft bei der Wärme des Thierkörpers keiner solchen Umwandlung, die der Verdauung der stickstoffhaltigen Körper an die Seite gestellt werden könnte. Auf das Verhalten der gemischten oder natürlichen vege-

1) *Elsässer*, a. e. a. O.
2) *Lehmann*, Ber. der Ak. der Wiss. z. Leipz. 1849. S. 8—50.
3) *Ders.*, a. e. a. O.
4) *Ders.*, Simon's Beitr. Bd. 1. S. 22.

tabilischen Nahrungsmittel kommen wir bei der Betrachtung des Verdauungsprocesses zurück.

Wenn die Fette auf die Verdauung einen Einfluss ausüben, so ist es nicht wohl denkbar, dass sie durch reinen Contact, d. h. ohne alle eigne Veränderung, diese Wirkung hätten; allein die Menge Fett, welche bei dem Verdauungsprocesse auf diese Weise wirkt und modificirt wird, ist so verschwindend klein, dass sie bis jetzt unsern Forschungen entging; es steht aber trotzdem fest, dass der Magen nicht der Ort ist, wo die Verdauung der Fette vor sich geht.

Wir haben bereits oben (S. 36) erwähnt, dass *Bernard* gefunden zu haben glaubte, saurer Speichel verdaue gleich saurem Magensafte Animalien und alkalischer Magensaft gleich alkalischem Speichel Stärkmehl; diese Ansicht ist von *Mialhe* und von *Jacubowitsch* durch positive Versuche widerlegt. Ich habe mich ebenfalls überzeugt, dass weder künstlicher noch natürlicher Magensaft irgend eine Wirkung auf Stärkmehl ausübt, selbst wenn er stark alkalisch gemacht wird. Speichel mit Magensaft gemengt wandelt nach *Jacubowitsch* Stärkmehl in Zucker um, eine Erfahrung, die ich bestätigt gefunden habe, mag das Gemisch sauer, neutral oder alkalisch sein.

Da die Pflanzensubstanzen von Speichel und Magensaft durchdrungen werden, so finden wir sie im Magen aufgeweicht und theilweise aufgelockert; der Magensaft wirkt hier natürlich nur verdauend auf die stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben, während die stickstofflosen Materien im Magen wahrscheinlich nur verarbeitet werden, um im Dünndarme leichter die gewöhnlichen Umwandlungen zu erleiden.

Reiner Magensaft wirkt geradezu den gewöhnlichen Gährungsprocessen entgegen, daher Milchgährung, Essigsäure- und alkoholische Gährung nicht in das Bereich der Magenverdauung fallen, so lange dieser Process ein normaler, ein physiologischer ist. Höchstens dürfte ein Theil in den Magen gebrachten Rohr- oder Milchzuckers in Krümelzucker übergehen.

Galle.

Die Galle verschiedener Thiere zeigt nicht vollkommen gleiche physische Eigenschaften; doch stimmen sie in folgendem ziemlich mit einander überein. Wie gewöhnlich aus der Gallenblase entlehnt, bildet die Galle eine schleimige, fadenziehende, durchscheinende Flüssigkeit von grüner oder brauner Farbe, von bitterem, aber nicht zusammenziehendem, hintennach zuweilen etwas süsslichem Geschmack, von eigenthümlichem Geruche, der namentlich beim Erwärmen der Galle oft lebhaft an Moschus erinnert; ihr specifisches Gewicht schwankt um 1,02; im Wasser vertheilt sich die Galle nur beim Umrühren leicht, sie ist gewöhnlich schwach alkalisch, oft völlig neutral, nur im krankhaften Zustande und zwar da selbst selten sauer. Die gewöhnliche

schleimhaltige Galle geht sehr leicht in Fäulniss über, die schleimfreie schwer oder gar nicht.

Frische Galle von Menschen kann man sich höchstens nur aus den Leichnamen eben hingerichteter Verbrecher verschaffen; die Thiergalle gewinnt man gemeiniglich aus den Gallenblasen eben getödteter Thiere; bei denjenigen Thieren, welche, wie Hirsche, Rehe und andre keine Gallenblase haben, kann man aus den grössern Gallengängen nur selten die zu einer genauern Untersuchung benöthigten Mengen von Galle erhalten. Man hat daher, besonders aber, um die Verhältnisse der Gallensecretion und den Einfluss dieser Flüssigkeit auf die Verdauung zu untersuchen, auch Gallenfisteln angelegt (*Blondlot*[1]), *Schwann*[2]), *C. Schmidt*[3]). Solche Fisteln macht man auf die Weise, dass man, ähnlich wie bei Anlegung einer Magenfistel, die Bauchdecken durchschneidet; nur muss man hier den Schnitt etwas länger machen; hebt dann den untern Rand des linken Leberlappens etwas in die Höhe und sucht den Ductus choledochus an seiner Einmündungsstelle ins Duodenum; hat das Thier eine Gallenblase, so unterbindet man am besten jenen Gallengang doppelt und schneidet ein Stück desselben heraus, alle Galle muss nun durch den Ductus cysticus in die Gallenblase sich ergiessen. Letztere wird nun von ihrer Anheftung an der Leber so gut als möglich und so weit als nöthig gelöst, aus der Bauchhöhle hervorgezogen, etwa vorgefallene Darmtheile zurückgebracht und die Wunde, wie bei Anlegung einer Magenfistel, durch starke Knopfnähte geschlossen, die Gallenblase wird alsdann eingeschnitten, und ganz in ähnlicher Weise wie der Magen an die äussern Wundränder befestigt. Nach dieser Operation pflegen, da sie weit eingreifender ist, die Thiere öfter in Folge von Peritonitis und Enteritis zu Grunde zu gehen als nach Anlegung einer Magenfistel. Will man den Ductus choledochus unmittelbar nach aussen führen, so ist die Prognose für die Operation noch ungünstiger, zumal da der Canal sich weniger leicht und sicher an den Bauchdecken befestigen lässt. Es ist hier vortheilhaft, unmittelbar nach der Operation eine kleine Glasröhre oder silberne Canäle in den Gang einzubringen, um die Berührung der Galle mit den Wundlippen zu vermeiden.

So wie die Function der Leber und ihres Secretes von jeher die Physiologen zu den verschiedensten und widersprechendsten Ansich-

1) *Blondlot*, Essai sur les fonctions du foie et de ses annexes. Paris 1846.

2) *Schwann*, Müller's Archiv. 1844. S. 127—162.

3) *C. Schmidt*, Buchheim's Beitr. z. Arzneimittellehre. Leipz. 1849. S. 116.

ten veranlasst hatte und selbst heute noch in ziemliches Dunkel gehüllt ist, so hat auch die Galle schon seit den ersten Anfängen der zoochemischen Analyse den Forschern so viel Schwierigkeiten und Hindernisse in den Weg gestellt, dass erst in neuester Zeit dieses dunkelste Gebiet der ganzen Zoochemie etwas gelichtet erscheint. Nachdem selbst die ausgezeichnetsten Chemiker unsrer Zeit, auf die exactesten Versuche gestützt, zu völlig differenten Resultaten über die Constitution der Galle gelangt waren, dürfte dieselbe doch, nach den neusten unter *Liebig's* Auspicien ausgeführten Untersuchungen (welche viele der frühern Differenzpunkte aufgeklärt haben) in folgender Weise zu betrachten sein:

Jede Galle enthält zunächst zwei wesentliche Bestandtheile; nämlich einen harzähnlichen und einen färbenden.

Der harzähnliche Bestandtheil ist in der Regel das Natronsalz einer der im 1. Th. S. 227—240 beschriebenen *copulirten Säuren*, deren Paarling *Glycin* oder *Taurin* ist.

Das *färbende Princip* der Galle ist ebenfalls bereits im 1. Th. S. 320—325 beschrieben; auch dieses findet sich an Alkali gebunden in der Galle.

Ein dritter nie fehlender Bestandtheil ist das im 1. Th. S. 282—287 beschriebene *Cholesterin*.

Ausser diesen wesentlichen Bestandtheilen finden sich in der Galle *Fette* und *fettsaure* Alkalien.

Ferner kommen in der Galle die auch in den meisten andern thierischen Flüssigkeiten enthaltenen *Mineralsalze* vor, hauptsächlich Chlornatrium, etwas phosphorsaures und kohlensaures Natron, phosphorsaurer Kalk und Talkerde, nebst höchst geringen Mengen von Eisen und Mangan, aber kein schwefelsaures Alkali. Ammoniaksalze werden in frischer, gesunder Galle ebenfalls nicht gefunden. Bemerkenswerth ist aber das von *Bensch* beobachtete, von *Strecker* aber besonders hervorgehobene Verhältniss des Kalis und Natrons in der Galle verschiedener Thiere; die Galle der Seefische enthält fast nur Kalisalze, während die der pflanzenfressenden Säugethiere dagegen fast nur Natronsalze enthält; nach der Nahrung der Thiere sollte man gerade das Gegentheil erwarten. Vom Kupfergehalte der Galle ist im 1. Th. S. 459 die Rede gewesen.

Endlich kommen in der Galle stets grössere oder geringere Mengen von *Schleim* vor. Dieser Schleim ist wie andrer Schleim mit viel

Epithelialzellen vermengt; jedoch überwiegt hier der Schleimsaft sehr das Epithelium.

In frischer, normaler Galle findet man ausser den den Schleimhäuten der Gallenwege und der Gallenblase entsprossenen Zellen von Cylinderepithelium (die oft noch in ihrer natürlichen Formation zusammen gruppirt sind) durchaus keine morphologischen Elemente.

Wir enthalten uns hier einer geschichtlichen Darstellung der mannigfachen Versuche und Ansichten über die Constitution der Galle, da ja eine solche überall leicht nachzulesen ist; denn es gibt kein Lehrbuch der Zoochemie, ja keine Monographie über Galle, in welcher nicht mehr oder weniger ausführlich die frühern Ansichten und Irrthümer über diesen Gegenstand auseinandergesetzt wären; wir halten aber hier einen solchen geschichtlichen Rückblick um so mehr für überflüssig, da hierdurch für den Lernenden das Studium der immerhin complicirten Constitution der Galle und ihrer Bestandtheile nicht erleichtert, sondern wegen der grossen Verwirrung, in die man früher verfallen ist, geradezu ausserordentlich erschwert wird. Wir glauben aber hier zum Verständniss der Schriften eines Berzelius nur so viel erwähnen zu müssen, dass nach *Berzelius*, dessen Ansicht *Mulder* noch in neuester Zeit vertheidigte, der wesentlichste Bestandtheil der Galle nicht eine an Natron gebundene Säure, sondern ein sg. indifferenter Stoff sei, *Bilin* genannt, durch dessen Zersetzung erst jene Stoffe gebildet würden, die früher *Gmelin*, später *Demarcay* und Andre in der Galle gefunden hatten. Ein aufmerksames Studium des chemischen Verhaltens der Taurocholsäure (Choleïnsäure *Str.*) wird jedem bei einem Vergleiche mit den von *Berzelius* dem Bilin zugeschriebenen Eigenschaften leicht die Ursachen des Irrthums finden lassen, durch welche *Berzelius* zur Annahme eines indifferenten Bilins geführt wurde, und man wird sich alsdann nicht mehr wundern, dass alle, welche *Berzelius*' positive Versuche wiederholten, dieselben vollkommen bestätigt fanden ebensowohl als jene, welche von *Liebig* und seinen Schülern angestellt worden waren, diesen aber zu einer andern Ansicht geführt hatten.

Gerade bei diesen Streitigkeiten der ersten Chemiker unsrer Zeit über die Constitution der Galle möchte der Glaube mancher Aerzte an die übergrosse Sicherheit chemischer Forschung und die Hoffnung auf eine exacte Humoralpathologie mehr als wankend geworden sein. Allein wenn man Einsicht in die Gründe dieser Meinungsdifferenzen genommen hätte, würde man keineswegs Ursache gehabt haben, an der Genauigkeit und Sicherheit chemischer Forschung zu verzweifeln; es war z. B. vor allem zu erwägen, dass man in dieses schwer zugängliche Gebiet der Zoochemie von verschiedenen Richtungen her eindrang, ohne sich auf halbem Wege zu treffen und somit eine allgemeine Uebersicht gewinnen zu können. Ferner war zu beherzigen, dass die Galle sich ausserordentlich leicht zersetzt und fast Niemand behaupten konnte, dass er vollkommen unzersetzte Galle in Untersuchung genommen habe; ja man war geneigt zu glauben, dass die Umsetzung der Galle schon innerhalb des gesunden lebenden Körpers in der Gallenblase beginne. Ausserdem stellte sich heraus, dass man durch verschiedene Mittel der Analyse auf verschiedene Umwandlungsproducte stiess. Endlich hätte man aber bedenken sollen, dass die Auffassung der Ergebnisse der Analyse, die Anschauung über die percipirten Gegenstände, stets etwas Subjectives, d. h. erst das Resultat eines geistigen Processes ist. So geschah es, dass bei der vollständigsten Bestätigung alles Thatsächlichen keine der ausgesprochenen Ideen entschieden die Oberhand gewann, da keine sich mit allen Ergebnissen der verschiedenen Experimentatoren in Einklang bringen liess. Dieses Ziel ist jedoch, wie wir oben im 1. Th.

gesehen haben, durch die von *Liebig's* Geiste inspirirten Untersuchungen *Strecker's* endlich erreicht, obgleich natürlich auch jetzt noch hie und da einige dunkle Stellen zu lichten bleiben.

Was die harzartigen Säuren der Galle betrifft, so ist zu dem, was wir darüber nach *Adolph Strecker's* Untersuchungen mitgetheilt haben, nur wenig hinzuzusetzen. *Mulder*[1]) vertritt auch jetzt noch die *Berzelius*'sche Ansicht, dass Bilin von der Leber abgesondert werde, dieses sich aber schon in der Gallenblase vollständig zersetze; dagegen hat *Strecker*[2]) seine Untersuchungen auf die Galle verschiedener Thierclassen ausgedehnt, und hier bis jetzt keine andern Unterschiede in der Constitution derselben finden können, als dass die Taurocholsäure und Glykocholsäure (Choleïnsäure und Cholsäure *Str.*) sich nur in verschiedenen Proportionen gemengt vorfinden. In der Galle von Fischen (Gadus Morrhua, Pleuronectes maximus, Esox lucius, Perca fluviatilis) fand *Strecker* an harzigen Bestandtheilen fast nur taurocholsaures Alkali mit Spuren von glykocholsaurem Alkali; merkwürdig war dabei, dass die Galle der Seefische mehr Kalisalze, die der Süsswasserfische dagegen mehr Natronsalze enthielt. Auch in der Hundegalle wurde von *Strecker*, wie früher in der Schlangengalle von *Schlieper*, fast nur taurocholsaures Natron gefunden; die Nahrung des Hundes scheint übrigens *Strecker's* Erfahrungen zufolge keinen Einfluss auf die Constitution der Galle auszuüben. Auch die Schafgalle ist nach *Strecker* ein Gemeng von viel taurocholsaurem Natron mit verhältnissmässig wenig glykocholsaurem Salze. Die Galle der Gänse scheint nach den Untersuchungen von *Marsson* ebenfalls fast nur Taurocholsäure zu enthalten. Hyocholinsäure ist in keiner andern Galle, als in der der Schweine gefunden worden; dagegen hat sich gezeigt, dass der früher von *Strecker* und *Bensch* gefundene geringe Gehalt der Schweinsgalle an Schwefel von einer Hyocholeïnsäure herrührt, d. h. dass neben der glycingebenden Hyocholinsäure (Glychyocholinsäure) sich auch eine tauringebende Säure, wiewohl in sehr geringer Menge, vorfindet, eine Säure, in welcher das Taurin mit derselben harzigen Säure (C_{50} H_{40} O_8 Hyocholalsäure *Str.*) verbunden ist, mit welcher sich Glycin in der Hyocholinsäure vereinigt findet. Uebrigens sind die Zersetzungsproducte der Hyocholinsäure von *Strecker* noch genauer untersucht worden. Merkwürdig ist noch, dass *Strecker* in der durch Salzsäure von Gallensäuren befreiten Schweinsgalle eine schwefelhaltige sehr starke Base entdeckt hat, die selbst mit Kohlensäure verbindbar ist.

Das eigentliche Pigment ist noch in der Galle keines Thieres vermisst worden; indessen scheint in den Gallen der fleischfressenden Thiere und Omnivoren, wie des Menschen der braune Farbstoff, *Berzelius*' Cholepyrrhin, vorzukommen, während in der Galle der Vögel, Fische und Amphibien gewöhnlich ein intensiv grüner Farbstoff, Biliverdin, gefunden wird. Der braune Farbstoff der Galle ist übrigens nie frei in derselben enthalten, sondern stets an Natron gebunden, ja oft auch an Kalk; in letzterem Falle ist er unlöslich und leicht an den braunen Körnchen zu erkennen, die man unter dem Mikroskop in der

1) *Mulder*, Scheik. Onderz. D. 5. p. 1—104.

2) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 70. S. 149—98.

Galle zuweilen findet. Eine mikroskopisch-chemische Analyse lässt die Körnchen leicht als Cholepyrrhinkalk erkennen.

Die quantitativen Verhältnisse der Gallenbestandtheile sind noch nicht sehr genau untersucht; doch können folgende Angaben als ziemlich der mittlern Zusammensetzung der Galle entsprechend angesehen werden:

Die normale Menschengalle enthält nach *Frerichs*[1]) Bestimmungen gerade 14 % fester Bestandtheile oder wenig darüber, die Rindsgalle dagegen 10 bis 13 %; die Schweinsgalle 10,6 bis 11,8% (Gundelach und Strecker[2]); indessen mag der Wassergehalt der Galle ebenso wechselnd sein, wie der der meisten andern thierischen Ausscheidungen.

Gorup-Besanez[3]) fand in der Galle eines Greises 9,13% und in der eines 12jährigen Knaben 17,19% fester Bestandtheile; ob sonach wirklich im hohen Alter die Galle diluirter ist, als im Kindesalter, müssen erst spätere Untersuchungen entscheiden.

Die organischen Bestandtheile der Menschengalle betragen vom festen Rückstande derselben ungefähr 87 %; ein ganz ähnliches Verhältniss hat man bei Thieren gefunden.

Berzelius erhielt aus dem Rückstande der Rindsgalle = 12,7 % Asche, *Bensch*[4]) aus dem der Kalbsgalle 13,15 %, aus dem der Schafgalle 11,86 %, aus dem der Ziegen 13,21 %, aus dem der Schweine 13,6 %, aus dem des Fuchses 12,71, der Hühner 10,99 % aus dem von Süsswasserfischen 14,11 %.

Unter den organischen Bestandtheilen der Galle überwiegen bei weitem die tauro- und glykocholsauren Alkalien, so dass sie mindestens 75 % der festen Bestandtheile der Galle ausmachen.

Die meisten Thiere, deren Galle bis jetzt untersucht ist, enthalten nach den Untersuchungen von *Bensch* und *Strecker* taurocholsaures Natron in überwiegender Menge. Da das taurocholsaure Natron ($NaO. C_{52} H_{44} N O_{13} S_2$) = 6% Schwefel enthält, so lässt sich aus dem Schwefelgehalte des nur in Alkohol löslichen Theils jeder Galle die Menge der darin enthaltenen Taurocholsäure ziemlich leicht berechnen. *Schlieper*[5]) fand in gereinigter Schlangengalle (d. h. in dem alkoholischen Extracte derselben) 6,2 % Schwefel, *Bensch* in der des Hundes 6,2 %, *Strecker* dagegen 5,9 %; *Bensch* in der des Fuchses 5,96 %, *Strecker* in der des Schafs, 5,7 bis 5,3 %. Es ist hieraus zu ersehen, dass die Gallen dieser Thiere fast nur Taurocholsäure enthalten, während dagegen die Rindsgalle, deren alkoholisches Extract nur 3% Schwefel enthält, Taurocholsäure

1) *Frerichs*, Hannov. Ann. Bd. 5. H. 1 u 2.
2) *Gundelach* und *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62. S. 205—232.
3) *Gorup-Besanez*, Untersuch. üb. d. Galle. Erlangen 1846. S. 44.
4) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65. S. 215.
5) *Schlieper*, ebendas. B. 60. S. 109.

und Glykocholsäure in ziemlich gleichen Proportionen enthalten wird. Da die Schweinsgalle 0,3 bis 0,4 % Schwefel enthält, so lässt sich darnach die geringe Menge der in dieser enthaltenen Hyocholeïnsäure oder Taurhyocholinsäure abschätzen.

Ueber die Mengen des in der Galle enthaltenen Pigments, des Cholesterins und der Fette und Fettsäuren fehlt es gänzlich an genaueren Bestimmungen.

Auch die quantitativen Bestimmungen der Mineralbestandtheile der Galle sind nicht der Art, dass sie uns ein grosses Zutrauen ihrer Richtigkeit einflössen könnten; fest steht nur, dass sich eine den harzigen Säuren äquivalente Menge Natron oder Kali vorfindet; allein auch der Farbstoff und die Fettsäuren sind an Alkalien gebunden; die gewöhnliche Aschenanalyse und selbst die nach *Rose* ausgeführte führt aber keineswegs zu dem Resultate, dass alles an organische Materie gebundene Alkali genau bestimmt wäre. Fast nur die Asche der Rindsgalle ist genauer untersucht; es finden sich darin nach *Weidenbusch*[1]) 27,70 % Chlornatrium, ungefähr 16% dreibasischphosphorsaures Natron, 7,5 % dreibasisch phosphorsaures Kali, nur 3,025 % basisch phosphorsaurer Kalk, 1,52 % basisch phosphorsaure Talkerde, 0,23 % Eisenoxyd und 0,36 % Kieselsäure.

Dass die Galle, wenigstens die der Rinder, kohlensaures Alkali präformirt enthält, davon habe ich mich in ähnlicher Weise, wie von der Gegenwart desselben Salzes in frischem Blute, überzeugt; bringt man nämlich Galle unter der Luftpumpe durch Evacuiren zum Sieden, setzt zu der so gasfrei gemachten Galle Essigsäure und evacuirt von Neuem, so entwickeln sich schon beim ersten Pumpenzuge sehr grosse Mengen Kohlensäure.

Ich muss hier bemerken, dass zu diesem Versuche ganz frische durch Alkohol von Schleim befreite Galle angewendet wurde, welche mit Essigsäure keine Ausscheidung feiner Molecüle gab, durch welche die Bildung von Wasserdampfblasen gegenüber der säurefreien Galle hätte erleichtert werden können. Der Versuch ist übrigens auch in der Weise leicht ausführbar, dass man angesäuerte und säurefreie Galle gleichzeitig in das Vacuum bringt, wo dann der Unterschied noch deutlicher vor Augen tritt. In 100 Th. frischer Rindsgalle fand ich in zwei quantitativen Bestimmungen 0,0846 bis 0,1124 Th. einfach kohlensaures Natron.

Wir werden hier wieder auf die Unsicherheit der Aschenanalysen geleitet: das in der Galle an organische Substanzen gebundene Natron sollte in der Asche als kohlensaures Natron erscheinen; allein solches findet sich gerade nur in der geringsten Menge; denn der grösste Theil des Natrons wird durch

1) *Weidenbusch*, Poggend. Ann. Bd. 76. S. 386.

die bei der Verbrennung der Taurocholsäure und des Schleims gebildete Schwefelsäure gesättigt; dieser Schwefelsäuregehalt der Asche ist aber wiederum je nach der Art des Einäscherns höchst variabel; auch *Weidenbusch*, der die *Rose*'sche Methode zur Aschenbestimmung benutzte, überzeugte sich, dass auch auf diesem Wege ein grosser Theil des Schwefels jener organischen Substanzen sich verflüchtigt hatte, und also in der Asche nicht als Schwefelsäure erschien. Frische Galle enthält aber nach den Untersuchungen aller neuern Forscher kaum Spuren von Schwefelsäure. Ein Theil jenes Natrons aber, welches an organische Substanzen gebunden war, geht in der Asche an das phosphorsaure Natron über, welches höchst wahrscheinlich präformirt in der Galle, aber als gewöhnliches phosphorsaures Natron ($= \dot{N}a_2 \dot{H} \dddot{P}$) enthalten ist. So ist leicht einzusehen, dass man unter gewissen Verhältnissen selbst gar kein kohlensaures Natron in der Asche der Galle finden kann.

In normaler Menschengalle hat *Frerichs*[1]) 0,20 bis 0,25 % Chlornatrium und eine gleiche Menge phosphorsaures Natron gefunden; *Theyer* und *Schlosser* in der Rindsgalle = 3,56 % Chlornatrium.

Die Bestimmung der Menge des Schleims in normaler Galle ist durchaus ungenau, da man gewöhnlich aus der Gallenblase entlehnte Galle untersucht hat, die durch Pressen und Drücken der Blase entleert wurde, wobei immer grössere Mengen von Epithelium mit in die Galle übergehen. In Rindsgalle, wo dieser Uebelstand möglichst vermieden war, fand ich nur 0,134 % Schleim; in menschlicher Galle = 0,158 %.

Ueber Veränderungen, welche die Galle unter rein physiologischen Verhältnissen erleiden kann, ist sehr wenig bekannt. Wenn sie längere Zeit in der Blase verweilt, so wird sie, wie z. B. beim Hungern, concentrirter; stickstoffreiche Kost soll nicht nur eine Vermehrung der Gallenabsonderung, sondern auch die Secretion einer concentrirteren Galle bedingen.

Wie in andre Secrete und Excrete können in die Galle auch heterogene Bestandtheile übergehen. Von den ältern Autoren wird sehr oft angegeben, dass die Galle *Eiweiss* enthalten habe, allein man sah damals auch den Schleim für Eiweiss an. Zuweilen findet sich allerdings Eiweiss in der Galle und zwar einerseits bei Fettleber (wiewohl selten), bei *Bright*'scher Krankheit und im Embryonalzustande (bei fünfmonatlichen menschlichen Embryonen fand ich in der Gallenblase keine eigentliche Galle, sondern nur gelbgefärbtes Eiweiss und Schleim).

Thénard hat besonders eine Bile albumineuse, welche ganz farblos war, in einigen Fällen von Fettleber beobachtet. *Frerichs* macht auf die Haut auf-

1) *Frerichs*, a. e. a. O.

merksam, welche sich oft beim Abdampfen krankhafter Galle bildet, allein diese Häute können ebensowohl von coagulirendem Schleimsafte, als von caseïnähnlichen Substanzen herrühren; ich glaube aber in zwei Fällen von fettiger Lebergranulation in der That Albumin in der Galle gefunden zu haben, indem ich die Galle mit Essigsäure versetzte, so lange noch ein Niederschlag entstand (Schleim und Gallen- und Fettsäure) und die filtrirte Flüssigkeit mit Salmiak kochte (vergl. 1. Th. S. 342); es entstand dann ein Coagulum, welches die bekannten Reactionen auf Proteïnkörper gab. In der Galle nach *Bright*'scher Krankheit hat zuerst *Bernard*[1]) Eiweiss nachgewiesen. Ist die Galle eiterhaltig, wie dies bei Leberabscessen zuweilen vorkommt, so enthält sie natürlich auch Eiweiss.

Bei Obliteration des Ductus cysticus, in Folge dessen sich sogenannter Hydrops vesicae felleae eingestellt hatte, fand ich in der farblosen Flüssigkeit neben Epithelium und Schleimsaft auch Spuren von coagulabler Materie.

Des Vorkommens von *Harnstoff* in der Galle nach Nierenexstirpation ist bereits früher (1. Th. S. 172) Erwähnung gethan worden; bei *Bright*'scher Krankheit und bei Cholera ist dieser Stoff ebenfalls in der Galle nachgewiesen worden.

Das alkoholische Extract der Galle eines mit der Erscheinung von Fettnieren Verstorbenen ward mit wässrigem Aether extrahirt; das ätherische Extract, mit Salpetersäure behandelt, gab neben Fetttröpfchen die deutlichsten Krystalle von salpetersaurem Harnstoff. Bei nephrotomirten Thieren konnten *Stannius* und *Sthamer*[2]) Harnstoff in der Galle ebensowenig als in den Nieren nachweisen.

Bizio hat einmal bei einem Kranken, den er als icterisch bezeichnet, eine dunkelrothe, nicht bittre Galle gefunden, in welcher er einen eigenthümlichen krystallisirbaren, *smaragdgrünen Farbstoff* entdeckte; er nannte denselben *Erythrogen*, weil er, bei 40% sich verflüchtigend, einen rothen Dampf giebt.

Eine ähnliche Substanz fand ich in einem Falle von acuter gelber Leberatrophie; dieselbe verhielt sich ganz wie das Erythrogen *Bizio's*, war auch in Wasser und Aether unlöslich, löste sich nur theilweise in Alkohol, leicht in concentrirten Mineralsäuren ohne Farbenveränderung. Ich erhielt sie, wie *Bizio*, durch Verdünnen der Galle mit Wasser; der darin unlösliche Theil ward mit Wasser gekocht, worauf sich eine fettige grüne Masse auf der Oberfläche abschied, die die erwähnten Eigenschaften mit dem Erythrogen gemein hatte.

In der Galle eines Knaben, der plötzlich verstorben war, fand ich[3]) eine erhebliche Menge *Schwefelammonium*.

1) *Bernard*, Bouisson, de la bile, de ses variétés physiologiques et de ses altérations morbides. Montpellier 1843.

2) *Stannius* und *Sthamer*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 9. S. 201–219.

3) *Lehmann*, Schmidt's Jahrbb. der ges. Med. Bd. 25. S. 16.

Dass dieses Schwefelammonium nicht aus dem Blute durch die Leber abgesondert worden war, versteht sich wohl von selbst; auffallend ist nur, dass es in so grosser Menge sich in der Galle vorfand, obgleich die Section 16 St. nach dem Tode angestellt wurde. Eine Anamnese hatte leider nicht aufgenommen werden können.

Ausser den hier angeführten Verhältnissen hat man in krankhafter Galle, die natürlich immer nur aus den Leichnamen entlehnt werden konnte, meist nur Veränderungen in den quantitativen Verhältnissen einzelner Bestandtheile und Modificationen des Pigments gefunden. Arm an festen Bestandtheilen pflegt die Galle im Leichname nach bedeutendern Entzündungen, besonders nach Pneumonien, sowie auch nach Hydrops gefunden zu werden; noch wässriger und dünnflüssiger ist die Galle in einigen Fällen nach Typhus; constant ist sie reich an Wasser nach Diabetes. Bei Tuberculose findet man sehr häufig die Galle ärmer an festen Stoffen, jedoch zeigt sie sich nicht selten auch reicher an denselben.

Gorup-Besanez fand bei Tuberculose die Galle meistens consistenter, *Frerichs* fast immer (ausser bei mit Fettleber complicirter Tuberculose) verdünnter. Diese Differenz ist leicht zu erklären: *Frerichs* hat wahrscheinlich die Galle untersucht, wo in Folge reichlicher Ausscheidung (durch Darmgeschwüre bedingte Diarrhöe oder bei Brust- und Bauchwassersucht; in letzterem Falle nur sog. obsolete Tuberkeln) ein sogenannter anämischer Zustand eingetreten war. Dass ferner die Galle nach acuter Tuberculose oder bedeutenden tuberculösen Nachschüben dünnflüssiger wird, kann wohl Niemand Wunder nehmen, der das Blut solcher Kranken vor und nach der Ausscheidung des Exsudates untersucht hat. Bei mit Fettleber verbundener Tuberculose fand *Frerichs* die Galle gleich *Gorup-Besanez* dichter, weil das Blut noch nicht so arm an festen Stoffen war und die Leberaffection selbst einer zu reichlichen Ausscheidung diluirter Galle entgegen war. Beide Forscher haben im Typhus die Galle sehr diluirt und sparsam gefunden; die Objecte werden nur solchen Verstorbenen entlehnt gewesen sein, bei welchen sich, wie man zu sagen beliebt, der krankhafte Process bereits localisirt hatte, oder wo der Typhus nicht, sondern die ihm folgende Anämie, wie so oft, erst den Tod herbeigeführt hatte. In zwei Fällen von Typhus, wo die Plaques im Darme eben nur zu erkennen waren, fand ich die Galle dichter; jedem pathologischen Anatomen sind aber gewiss Fälle erinnerlich, dass im Typhus die Galle zäh und consistent, also stoffreich war. *Frerichs* fand übrigens in der Galle in jenem Zustande 93 bis 96 % Wasser, *Gorup-Besanez* meistens etwas weniger.

Vermehrt pflegen die *festen Bestandtheile* der Galle zu sein bei Herzfehlern und solchen Unterleibskrankheiten, bei welchen die Bewegung des Blutes in den grossen Venen verlangsamt ist und sich, wie bei Herzfehlern, das Blut in grösserer Menge in der Pfortader und den Lebergefässen ansammelt. Die Bewegung des Bluts in den Leber-

capillaren ist (aus bekannten physiologischen Gründen) schon an sich eine so langsame, dass bei solchen Hindernissen, wie Herzfehlern, in denen das Blut in den Hohlvenen aufgestaut wird und der Austritt des Bluts aus der Leber durch die Lebervenen gehemmmt ist, fast ein Stagniren des Blutstroms in der Leber eintreten muss.

Auch in der Cholera findet man die Galle dichter, zäher und consistenter, und zwar wiederum hauptsächlich aus mechanischen Gründen; das Blut Cholerakranker ist so zäh und dickflüssig, dass es sich selbst in der Nähe des Herzens langsam bewegt und dadurch Störungen des Kreislaufs verursacht; um wieviel langsamer wird daher die Blutbewegung in der Leber sein, wo überdiess wegen Wasserarmuth des Blutes natürlich auch nur eine minder wasserhaltige Galle ausgeschieden werden kann.

Der *Schleim* findet sich oft relativ *vermehrt*, wenn die Galle sehr verdünnt ist; ja zuweilen findet man im Typhus nur Schleim in der Gallenblase, während gar keine oder wenige der harzigen Substanzen beigemengt sind, überhaupt bei Katarrh der Gallenwege.

Ob die Ausscheidung von *Cholesterinkrystallen*, welche sich zuweilen in krankhafter Galle durchs Mikroskop nachweisen lassen, mit einer absoluten Vermehrung dieses Lipoïds verbunden sei, lässt sich bei dem Mangel an quantitativen Bestimmungen nicht entscheiden. *Gorup-Besanez* hat diese Erscheinung nur einige Male bei sehr concentrirter Galle beobachtet.

Freies Fett findet sich bekanntlich immer in der Galle, ist aber darin durch die Taurocholsäure aufgelöst; nur zuweilen kann man in krankhafter Galle Fettbläschen unter dem Mikroskope beobachten, die jedoch nicht mit den häufiger vorkommenden Bläschen ausgeschiedener Gallensäuren zu verwechseln sind. *Gorup* hat bei Typhus und Tuberculose namentlich im Colliquationsstadium der letztern, Fettbläschen in der Galle gefunden. Wir haben bereits im 1. Th. S. 260 gesehen, dass in solchen Fällen auch in den Urin freies Fett überzugehen pflegt.

Von *saurer* Reaction hat man die Galle sehr selten gefunden; leider ist solche Galle nicht näher untersucht worden.

Solon, Scharlau und *Gorup-Besanez* fanden die Galle einige Mal im Typhus von saurer Reaction; dieselbe kann aber herrühren theils von spontaner Zersetzung der Galle, wobei die Harzsäuren frei werden, theils auch davon, dass Eiter in die Gallenblase sich ergossen hat; derselbe wird, wie wir weiter unten sehen werden, in geschlossenen Räumen oft sehr schnell sauer.

Solon giebt an, dass die Galle zuweilen so scharf wie Chlor sei, und dass sie *Lackmus bleiche*. Ich glaube zwei Fälle dieser Art beobachtet zu haben, die möglicher Weise *Solon* zu jener Behauptung verführt hat; diese Galle entfärbte nämlich das Lackmuspapier allerdings, jedoch so, dass es weder blau noch roth blieb, sondern der Farbstoff aufgelöst oder durch das gelbe Pigment der Galle so gedeckt wurde, dass die ursprüngliche Farbe gänzlich verschwunden schien; im mindern Grade ist dies bei jeder Galle der Fall.

Der einfachste Weg, die Galle zu analysiren, dürfte folgender sein: Man versetzt die Flüssigkeit mit dem halben oder dem gleichen Volumen Spiritus (83 %); hierdurch wird in der Regel nur Schleim präcipitirt, welcher das Epithelium mit niederreisst; den Niederschlag süsst man erst mit Spiritus und dann mit Wasser aus, trocknet und wägt. Die schleimfreie Galle wird auf dem Wasserbade und zuletzt unter der Luftpumpe zugleich unter Anwendung eines bis 100° erhitzten Sandbades entwässert; die höhere Temperatur ist bei dieser Austrocknung weniger deshalb nöthig, um die Austrocknung schnell zu vollführen, als um das Gallenresiduum durch jähes Verdunsten des Wassers in eine poröse, schwammartig aufgeblähte Substanz zu verwandeln, welche dann leichter mit den gewöhnlichen Menstruis zu extrahiren ist. Da der Rückstand einer andern thierischen Flüssigkeit wohl kaum so rapid Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, als die festen Bestandtheile der Galle, so ist auf das Wägen besondere Sorgfalt zu verwenden; es muss, nachdem im Vacuo die Masse erkaltet ist, durch Chlorcalcium entwässerte Luft in den Recipienten geleitet und alsdann das Wägen möglichst schnell vollführt werden. Hierauf ist der Rückstand mit wasserfreiem Aether zu extrahiren, wozu ziemlich viel Zeit erforderlich ist, da man ihn nicht füglich, wie andere Rückstände thierischer Flüssigkeiten, erst pulverisiren kann, um darauf eine von Neuem getrocknete und gewogene Menge der weitern Analyse zu unterwerfen. Der Aetherauszug enthält Fett und nicht selten auch etwas harzige Gallenstoffe; letztere sind von ersteren durch wässrigen Spiritus zu trennen. Der in Aether unlösliche Rückstand, welcher die wesentlichsten Bestandtheile der Galle enthält, ist in absolutem Alkohol zu lösen; da durch das Aussüssen das Volumen der alkoholischen Lösung sehr gross geworden ist, so muss man zunächst den grössten Theil des Alkohols abdestilliren oder verdampfen, und dann die concentrirte Flüssigkeit mit Aether versetzen, so lange diese noch getrübt wird; in der alkoholisch-ätherischen Flüssigkeit bleibt alsdann gewöhnlich nur sehr wenig fettsaures Alkali und Chlornatrium zurück; jedoch muss die Flüssigkeit mit dem Niederschlage vorher längere

Zeit an einem kühlen Orte gestanden haben, da namentlich das glykocholsaure Alkali sich nur sehr langsam abscheidet. Die ausgeschiedenen gallensauren Salze sind leider immer von Gallenpigment begleitet, von dem sie nur selten durch Zusatz von Chlorcalcium zu ihrer alkoholischen Lösung zu trennen sind (nur beim eigentlichen Cholepyrrhin gelingt das zuweilen vollkommen). Aus einem Theile der durch Aether gefällten gallensauren Salze kann man durch Auflösen in Alkohol und Zusatz von Schwefelsäure die Menge des an diese Säuren und an Pigment gebundenen Natrons oder Kalis bestimmen und sich von der Gegenwart oder Abwesenheit des Ammoniaks überzeugen. Leider ist die Bestimmung des Alkalis auf diese Weise nicht recht scharf, weil sich in dem durch Aether gefällten Niederschlage immer etwas Chlornatrium und fettsaures Natron befindet, dessen Alkali natürlich sich zu dem der Gallensäure hinzuaddirt. Eine scharfe Trennung der Taurocholsäure und Glykocholsäure ist nicht möglich (wie aus dem im 1. Th. S. 238 bemerkten ersichtlich ist); daher berechnet man die Menge der tauringebenden Gallensäure am besten aus dem Schwefelgehalte der durch Aether präcipitirten gallensauren Salze; man oxydirt zu dem Zwecke einen gewogenen Theil derselben mit Kali oder Natron und Salpeter auf trocknem Wege, und bestimmt die gebildete Schwefelsäure (da selbst bei Gegenwart von schwefelsauren Salzen keine Schwefelsäure in das alkoholische Extract hätte mit übergehen können, so wird die gefundene Schwefelsäure nur den an organische Materie gebundenen Schwefel anzeigen; ausser Taurocholsäure sind aber keine schwefelhaltigen Substanzen in dem alkoholischen Extracte enthalten).

Der in absolutem Alkohol unlösliche Rückstand der Galle ist schon der allgemeinen Controle der Analyse halber zu wägen; er pflegt Farbstoff zum Theil frei, zum Theil an Kalk gebunden zu enthalten, ferner phosphorsaure Alkalien und Erden, so wie etwas kohlensaures Alkali und meist auch etwas Kochsalz, schwefelsaures Kali höchst selten, häufig etwas Taurin; seine Menge ist in der Regel so gering, dass weitere quantitative Bestimmungen z. B. unter Anwendung von verdünntem Spiritus, Wasser, Säuren u. dergl. nicht wohl ausführbar sind.

Dass die Methode der Gallenanalyse je nach der Beschaffenheit und den Bestandtheilen der Galle verschiedentlich modificirt werden kann und muss, und dass die hier angeführte Methode nur beispielsweise als Schema dienen kann, ist für den kaum erwähnenswerth, der die im 1. Th. befindliche Beschreibung der betreffenden Stoffe und ihrer Eigenschaften studirt hat.

Ueber die quantitative Bestimmung des Cholesterins und der Fettsäuren findet man bereits im 1. Th. das Nöthige erwähnt. Möglich ist die quantitative Bestimmung dieser Stoffe nur, wenn sehr grosse Mengen Galle zur Analyse verwendet werden können.

Zu den pathologischen Producten der Lebersecretion gehören auch die Gallenconcremente. Wenige Gegenstände der pathologischen Chemie sind schon in früherer Zeit so vielfach behandelt und mannichfaltig gedeutet werden, als gerade die Gallensteine. Es reduciren sich aber alle die zahllosen Betrachtungen über dieselben auf folgende einfache Thatsachen: diese Concremente finden wir vorzugsweise in der Gallenblase, seltner in den Gallengängen; bei Frauen häufiger als bei Männern, besonders aber bei älteren Personen; mit Leberkrebs so wie auch mit Krebs in andern Theilen kommen sie oft gleichzeitig vor, allein dass das Carcinom ein disponirendes Moment für Bildung der Gallenconcremente abgebe, ist deshalb zu bezweifeln, weil beide Afterproducte besonders dem höhern Alter und dem weiblichen Geschlechte zukommen; beide aber auch nicht selten ohne einander gefunden werden. In England, Hannover und Ungarn sollen sie häufiger sein, als in andern Ländern. Die meisten Gallensteine sind so reich an Cholesterin, dass die übrigen Bestandtheile neben denselben sehr zurücktreten; doch enthalten wohl alle einen oder auch mehrere Kerne, welche aus Spuren von Schleim und phosphorsauren Erden, hauptsächlich aber aus einer unlöslichen Verbindung von Kalk mit Gallenpigment bestehen; sehr viele Gallenconcremente bilden Gemenge von *Cholesterin* mit *Pigmentkalk*; letzterer ist bald mehr gleichförmig durch das Concrement vertheilt, bald sind einzelne Schichten von Cholesterin und dem bräunlichen Pigment zu bemerken, bald findet sich nur wenig Cholesterin in der dunkelbraunen Masse von Pigmentkalk.

Seltner ist eine dritte Art von Concrementen, nämlich die schwarzen oder dunkelgrünen; diese enthalten eine andere Modification des Pigments, welches aber ebenfalls an Kalk gebunden ist; diese letztre Art ist gewöhnlich sehr arm, ja vollkommen frei von Cholesterin.

Sehr selten sind Gallenconcremente, die vorzugsweise kohlensauren und phosphorsauren Kalk enthalten (*Bailly* und *Henry*, *Steinberg*).

Auffallend ist es, dass man auch einige Mal *Harnsäure* in Gallenconcrementen gefunden hat (*Stöckhardt*[1]), *Marchand*)[2]).

1) *Stöckhardt,* de Cholelithis diss. innaug. med. Lips. 1832.
2) *Marchand,* Journ. f. pr. Ch. Bd. 25. S. 39.

Alle Gallenconcremente enthalten etwas aufgesogene Galle, die sich aus dem Gallensteinpulver leicht mit Wasser oder kaltem Alkohol ausziehen lässt.

Die *Formen* der Gallensteine sind höchst verschieden, ja zuweilen bilden sie sehr regelmässige, symmetrische, andre Mal höchst barroque Figuren.

Bramson[1]) hat unstreitig für die Bildung der Mehrzahl der Gallenconcremente ein wichtiges Moment angegeben, nämlich die Ausscheidung einer Verbindung des Pigmentes mit Kalk.

So sehr die *Bramson*'sche Ansicht angefochten worden ist, so lässt sich doch in dem Residuum der Kerne der cholesterinhaltigen Concremente so wie der braunen Gallensteine nach Extraction derselben mit Alkohol und Wasser die Gegenwart einer Verbindung des Pigments mit Kalkerde mit der grössten Sicherheit nachweisen; leider sind wir durch unsre jetzigen Mittel nicht im Stande, eine bestimmte Proportion zwischen Pigment und Base nachzuweisen. Jenes pigmentreiche Residuum ist nämlich immer mit grössern oder geringern Mengen phosphorsaurer Erden und etwas Schleim gemengt; diese phosphorsauren Erden rühren höchst wahrscheinlich von Schleim her, der aber, wie die Proteïnkörper bei Bildung der Venensteine, allmählig verwittert und schwindet; denn die Phosphate stehen nie in derselben Proportion zu dem in dem Concremente noch gefundenen Schleime; letzterer kann aber wohl etwas Kalk enthalten, der beim Einäschern in kohlensauren oder schwefelsauren verwandelt wird; ausserdem trifft man zuweilen oxalsauren Kalk, jedoch nur in sehr geringer Menge an; kohlensauren Kalk habe ich wenigens nie präformirt in jenem braunen Residuum der Gallensteine gefunden (man kann sich ja so leicht von dessen Gegenwart bei vorsichtiger Benutzung des Mikroskops durch Anwendung von Säure auf das vorher mit Wasser befeuchtete und von allen Luftblasen befreite Object überzeugen). Auch schwefelsaurer Kalk findet sich nicht oder nur sparweise präformirt.

Das Verhältniss der Asche zu der organischen Substanz in dem unlöslichen Theile jener Gallenconcremente ist durchaus verschieden, im unlöslichen Theile von 6 verschiedenen Gallensteinen wurden 8,5, 12,1, 16,6, 30,4, 46,3, 50,6 ja 54,7 % Asche gefunden; in den Analysen dieser 6 Aschen fand sich um so mehr kohlensaurer Kalk und um so weniger phosphorsaurer, je geringere Mengen Asche gefunden worden waren, d. h. also je mehr organische Substanz in einem solchen Concrementrückstande enthalten war, desto mehr trat der phosphorsaure Kalk hinter den kohlensauren zurück; bei 8,5 % Asche wurden 7,994 Th. kohlensauren Kalks und nur 0,492 Th. phosphorsaurer Erden gefunden, dagegen bei 54,7 % Asche nur 12,135 Th. kohlensauren Kalks, der zum Theil aus dem im frischen Objecte nachgewiesenen oxalsauren Kalk hervorgegangen war. *Bramson* hat gezeigt, dass wässrige Essigsäure aus dem unlöslichen Rückstande der fraglichen Gallenconcremente Kalk auszieht; da der-

1) *Bramson*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4. S. 193—208.

selbe nun nicht an Schwefelsäure und Oxalsäure und nur zum geringsten Theil an Phosphorsäure gebunden gewesen sein kann, so muss er aus der Verbindung mit einer organischen Substanz hervorgegangen sein; Schleim ist in zu geringer Menge vorhanden, als dass er von diesem herrührte; demnach musste er nothwendiger Weise mit dem Pigmente verbunden gewesen sein.

Wäre ferner das Gallenpigment nicht durch irgend einen Stoff gebunden, so würde es sich in Alkohol lösen müssen; denn es ist keineswegs ein veränderter, durch irgendwelche Molecularveränderung unlöslich gewordener Farbstoff, sondern wahrhaftes Cholepyrrhin, nur gebunden an Kalk; trennt man nämlich den letztern durch Anwendung einer verdünnten Säure von jenem, so löst sich das Cholepyrrhin mit allen früher angeführten Eigenschaften in Alkohol auf.

Ueber die Bildung der mannigfachen Formen der Gallenconcremente, so wie über die eigentliche Genesis und die nächste Veranlassung zur Ablagerung fester Theile und zwar zur Ausscheidung des Cholesterins ist ungeheuer viel geschrieben worden; eine Analyse der in Betreff dieses Gegenstandes aufgestellten Hypothesen gehört nicht hierher. Das Thatsächliche, was einer Erklärung der Entstehung der Gallensteine zum Grunde gelegt werden kann, ist folgendes: Schleim und Epithelium geben in der Regel die Punkte ab, an denen eine Ablagerung fester Theile stattfinden kann; immer finden wir im Centrum der Gallensteine neben wenig Schleim jenen Pigmentkalk; derselbe wird also wohl bei der Bildung jener Concremente eine Rolle mit spielen. Die Ausscheidung des Cholesterins aus der Galle ist aber, wenn auch Schleim und Pigmentkalk als feste Punkte gelten können und müssen, noch nicht erklärt. Es fragt sich, ob die Galle neben den Gallensteinen übrigens ihre normale Beschaffenheit hat; man hat sie normal zu finden geglaubt[1]; allein aus den bisherigen Analysen menschlicher Galle ist nichts zu schliessen, da den Forschern noch die Mittel abgingen, so geringe Mengen Galle, wie wir sie aus Leichnamen entlehnen können, genau zu untersuchen; ausserdem wird die Constitution der aus dem Leichname entlehnten Galle wohl in der Regel mehr von dem pathologischen Processe, welcher gerade den Tod herbeiführte, abhängig sein, als dem, welcher zur Gallensteinbildung beitrug. Es ist indessen mehr als wahrscheinlich, dass zur Bildung von Cholesterinsteinen eine Galle nöthig ist, welche ein geringeres Lösungsvermögen für Cholesterin besitzt, als normale; nun finden wir aber (wie oben erwähnt) sehr selten eine Galle, welche Cholesterinblättchen ausgeschieden hat, während diese in andern Flüssigkeiten, z. B. hydropischen Exsudaten u. s. w., oft vorkommen; es muss also wohl der Gegenwart fester unlöslicher Theile offenbar eine bedeutende Mitwirkung zur Bildung der Gallensteine zugeschrieben werden. Fragen wir, was hält in normaler Galle das Cholesterin wie den Farbstoffkalk gelöst, so erhalten wir durch directe Versuche, also von der Natur selbst, die Antwort, dass der eine Stoff wie der andere hauptsächlich durch die Taurocholsäure oder taurocholsaures Natron gelöst werde. Digerirt man jenes unlösliche Residuum brauner Gallenconcremente mit Taurocholsäure oder auch saurem taurocholsauren Natron, so wird

1) Novi comment. acad. scient. inst. Bononiens. T. 3. p. 307—317.

dasselbe mit Hinterlassung weniger, graulich-weisser Flocken aufgelöst und die vorher farblose Lösung nimmt die Farbe frischer Galle an. Dass Cholesterin von Taurocholsäure und taurocholsauren Salzen aufgelöst wird, hat *Strecker* schon längst nachgewiesen. Glykocholsäure und Cholsäure (Cholalsäure, *Str.*) besitzen diese Eigenschaft in weit geringerm Grade. Soweit würde die Frage über die Entstehung der Gallensteine sehr leicht gelöst sein, wenn sich nachweisen liesse, dass Galle, welche zur Concrementbildung geneigt ist, entweder arm an Taurocholsäure im Verhältniss zum Cholesterin und Pigmentkalk ist, oder dass deren Taurocholsäure schon in der Gallenblasse sich zersetzt und so ihr Lösungsvermögen für jene beiden Stoffe verliert.

Da niemals cholesterinreiche Gallenconcremente ohne jenen Pigmentkalk vorkommen, dagegen aber die cholesterinarmen Steine stets sehr reich an denselben sind, so gewinnt es allerdings den Anschein, als ob diese Verbindung bei der ersten Entstehung der Concremente selbst thätig mitwirkte; ja die Häufigkeit ihres Vorkommens in gewissen Gegenden, wo das Trinkwasser sehr kalkreich ist, so wie im höhern Alter, welches bekanntlich zu Kalkablagerungen aller Art mehr geneigt macht, und wegen der grössern Wässrigkeit der Säfte die Cholesterinabscheidung befördert, dürfte selbst mit dafür sprechen, dass der Pigmentkalk nicht ohne Bedeutung für die Bildung der Gallensteine ist.

Ueber die Mengenverhältnisse der Gallenabsonderung existiren bis jetzt sehr wenig einigermassen zuverlässige Angaben. Von ganz verschiedenen Voraussetzungen ausgehend, hat man die Menge der in 24 St. abgesonderten Galle von einer Unze bis zu 24 Unzen bei Menschen geschätzt. *Blondlot* schätzt nach seinen Beobachtungen an Hunden, denen er Gallenblasenfisteln beigebracht hatte, die Menge der in 24 St. von einem Hunde abgesonderten Galle auf 40 bis 50 grm. und demnach die vom Menschen in gleicher Zeit abgesonderte auf ungefähr 200 grm. *Bidder* und *Schmidt*[1]) haben diesen Gegenstand einer ebenso genauen als geistvoll durchgeführten Untersuchung unterworfen. Als Endergebniss zahlreicher Versuche an Katzen fand sich, dass ein Kilogramm Katze, wenn diese sich in bester Verdauung befindet, d h. wenn die Gallenabsonderung am reichlichsten ist, binnen einer Stunde 0,765 grm. frische oder 0,050 grm. eingetrocknete Galle ausscheidet, dagegen nach 10tägigem Hungern in der Stunde nur 0,094 gr. frische oder 0,0076 gr. bei 100° eingetrocknete Galle liefert.

Die Absonderung der Galle ist stetig; wie aber schon aus dem eben angeführten Beispiele hervorgeht, nimmt sie, je nach dem Zustande der Verdauung, zu oder ab; die genannten Experimentatoren

1) Die hier mitgetheilten Resultate dieser vortrefflichen noch nicht publicirten Arbeit verdanke ich der gefälligen Mittheilung des einen der Hrn. Experimentatoren Dr. C. *Schmidt*.

fanden, dass 10 bis 12 Stunden nach einer reichlichen Mahlzeit die Gallenabsonderung ihr Maximum erreicht, von da an aber bis 24 St. nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln bis auf die Menge herabsinkt, welche 1 bis 2 Stunden nach dem Essen ausgeschieden wurde. Bei fortgesetztem Hungern nimmt die Menge der ausgesonderten Galle immer mehr und mehr ab.

Entleert z. B. ein Kilogramm Katze in der zweiten Stunde nach dem Fressen von Fleisch 0,492 gr. frischer Galle (direct aus dem Gallengange durch die eingeführte Canüle aufgefangenes Lebersecret), so steigt dann die Menge ausserordentlich jäh, so dass in der vierten Stunde schon 0,629 grm. und nach der sechsten bereits 0,750 grm., in der achten 0,825 grm. und in der zehnten 0,850 grm. Galle abgesondert werden, so dass also bis zu 10 Stunden in jeder Stunde von der zweiten an die Menge der ausgesonderten Galle gleichmässig um 0,045 grm. vermehrt wird. Auch die nach der 10. Stunde erfolgende Abnahme der Gallensecretion findet ziemlich schnell statt, jedoch so, dass dann (von der 10. bis zur 24. Stunde) in jeder Stunde die Menge der ausgesonderten Galle um 0,028 grm. abnimmt.

Um auch das quantitative Verhältniss der Gallenabsonderung zu andern thierischen Excretionen zu erforschen, ein für die Würdigung der physiologischen Dignität der Galle höchst wichtiges Moment, haben *Bidder* und *Schmidt* eine Reihe von statistisch-analytischen Untersuchungen an mit Gallenfisteln versehenen Hunden, an einigen 40 Katzen, 13 Gänsen, mehrern Schaafen und Kaninchen ausgeführt, indem sie die secernirten Gallenmengen nach vorausgegangenen Messungen der exspirirten Kohlensäuremengen bestimmten: als Hauptergebniss dieser mühevollen Versuche stellte sich heraus: ,,nur $^1/_{10}$ bis $^1/_{40}$ des durch die Lungen ausgeschiedenen Kohlenstoffs wird in gleichen Zeiten in Form von Galle durch die Leber secernirt, so dass mindestens $^8/_9$ bis $^9/_{10}$ des verbrannten und exspirirten Brennmaterials nicht die Mittelstufe der Gallenbildung durchlaufen, sondern im Blutkreislauf verbleibend vollständig oxydirt werden.''

Um über den physiologischen Werth der Galle, der so verschieden beurtheilt worden ist, einen bestimmten Anhaltspunkt zu gewinnen, dürfte es nicht unpassend sein, vorher auf die Thatsachen, welche die Wissenschaft bis jetzt uns bietet, eine Ansicht über die Entstehung oder Bildung der Galle zu begründen. Man hat von jeher die Gallensecretion entweder als reine Function des Verdauungsprocesses oder als einen bestimmten Factor in der allgemeinen Oekonomie des thierischen Organismus betrachtet. Die Schwierigkeit, diese Fragen zu entscheiden, dünkt uns zur Hälfte gehoben, wenn es uns gelungen

sein wird, über die Bildung der Galle, d. h. über die Stoffe, aus denen ihre nächsten Bestandtheile gebildet werden, ins Klare zu kommen. Wir haben leider bereits im 1. Th. gesehen, dass die Genesis der einzelnen die Galle constituirenden Stoffe noch ziemlich in Dunkel gehüllt ist. Nichtsdestoweniger glaubten wir doch in gewissen thatsächlichen Versuchen und Beobachtungen für die eine oder die andere Hypothese eine logische Berechtigung zu finden. Was von den einzelnen Bestandtheilen, gilt auch von der Galle als Ganzem; doch werden folgende Thatsachen uns vielleicht den Weg andeuten auf dem wir zur Erkenntniss der Entstehung der Galle gelangen können. Der Ausgangspunkt der Untersuchung über diesen Gegenstand ist zunächst in Erledigung der Frage zu suchen, wo die Bildung der Gallenbestandtheile vor sich gehe, d. h. ob bereits im Blute oder erst im secernirenden Organe? Die Mehrzahl der vielfach constatirten Thatsachen spricht dafür, dass die Hauptbestandtheile der Galle erst in der Leber selbst und zwar aus einzelnen Bestandtheilen des dieser von der Pfortader zugeführten Blutes gebildet werden. Schon ein Vergleich der histologischen Formation der Leber mit der der Nieren deutet darauf hin, dass in der Leber eine reine Transsudation, ein blosses Durchfiltriren einzelner Blutbestandtheile wie bei den Nieren, nicht stattfinden könne. Wir wissen, dass in der Leber die feinsten Blutgefässe von den die Galle ausführenden feinsten Canälen durch eine dichte Lage ziemlich grosser Zellen getrennt sind, dass also in jedem Falle die aus dem Blute austretenden Stoffe erst lebensthätige Zellen passiren müssen, ehe sie in die Gallencanäle übertreten können. Diese Zellen können nicht mit Epithelialzellen, z. B. denen der Bellinischen Röhrchen, verglichen werden; denn sie selbst umschliessen die Endigungen der Gallencanäle (mögen diese blinde und ampullenförmig erweiterte Enden oder feinste Schlingen bilden); sollten die feinsten Gallencanälchen eine Membrana propria besitzen, so liegen jene reihenweisen und blinddarmförmig vereinigten Zellen ausserhalb derselben, sind also dadurch z. B. von den an der Harnabsonderung vollkommen unbetheiligten Epithelien der Canaliculi contorti der Nieren wesentlich verschieden. Besonders weist aber der durch das Mikroskop wahrnehmbare Inhalt dieser Zellen auf eine Umarbeitung des aus dem Blute resorbirten Materiales hin; man findet nämlich in ihnen ausser dem runden Kerne eine variable Menge kleiner Molecüle und Bläschen, die sehr häufig zu deutlichen Fetttröpfchen werden, sehr oft findet man sie auch erfüllt mit einer gelblichen Materie, die

bald als einzelne discrete Molecularkörnchen, bald als diffuse Masse erscheint. Was die farblosen Fettbläschen betrifft, so müssen diese nothwendiger Weise in den Zellen selbst eine Metamorphose erleiden, da in der Galle sich im Ganzen nur sehr wenig freies Fett vorfindet. Einigen von mir angestellten Beobachtungen zufolge, die ich über den morphologisch erkennbaren Inhalt der Leberzellen bei verschiedene Zeit nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln getödteten Hunden und Kaninchen anstellte, ist die physische Beschaffenheit des Leberzelleninhalts je nach der Dauer des Verdauungsprocesses verschieden. Diese und andere namentlich von *Meckel*[1]) und *Leidy*[2]) hervorgehobenen histologischen Verhältnisse deuten schon darauf hin, dass die aus dem Blute aufgenommenen Stoffe in diesen Zellen selbst erst zu Galle verarbeitet werden. Für diese Ansicht sprechen auch die meisten der bis jetzt bekannt gewordenen physiologischen Thatsachen. Grossen Wasserfröschen öffnete *I. Müller* so wie nach ihm *Kunde*[3]), nach Trennung der Bauchhaut und Unterbindung der Pfortader von den Bauchdecken aus, die Unterleibshöhle; alle Anheftungspunkte der Leber wurden mit Fäden abgeschnürt und nun die Leber vollständig exstirpirt; die operirten Thiere wurden bei niedrer Temperatur in engen, trocknen Gefässen aufbewahrt und, wenn sie nach 2 bis 3 Tagen noch lebten, das Blut nach Amputation der Oberschenkel gesammelt. Da man aus *Blondlot's* Versuchen sowohl als aus pathologischen Beobachtungen zu schliessen berechtigt ist, dass 2 bis 3 Tage nach Verstopfung der Gallencanäle Icterus einzutreten pflegt, so hätte man hier im Blute sehr viel Gallenpigment und Gallensäure finden müssen, wenn die Bildung der wesentlichsten Gallenbestandtheile ausserhalb der Leber vor sich ginge: allein aller angewendeten Mühe ungeachtet war keine Spur jener von uns mit Sicherheit erwarteten Stoffe in solchem Blute zu finden.

Ich muss hier bemerken, dass wir im Anfange dieser Versuche zwar keinen Gallenfarbstoff, wohl aber Gallensäuren gefunden zu haben glaubten, indem wir uns erst später davon überzeugten, dass das Froschfett so wie elaïnreiches Fett überhaupt mit Zucker und Schwefelsäure eine der Cholsäure höchst ähnliche Reaction giebt. Nachdem wir aber diesen Irrthum erkannt und das Fett möglichst eliminirt hatten, war weder durch die *Pettenkofer*'sche Probe noch durch irgend ein andres Mittel (Herstellung von Taurin, Schwefelbestimmung des alkoholischen Auszugs u. dergl.) eine Spur von Galle nachzuweisen.

1) *Meckel,* Müller's Arch. 1846.

2) *Leidy,* Americ. Journ. of med. Science for Jan. 1848.

3) *F. Kunde,* Diss. inaug. Berol. 1850.

Es ist allerdings wohl nicht zu leugnen, dass die Schlussfolgerungen nach so bedeutenden operativen Eingriffen nur mit höchster Vorsicht zu ziehen sind, allein im Verein mit den genannten histologischen und den weiter zu erwähnenden physiologischen und pathologischen Thatsachen dürfte dieses Resultat unsrer Versuche doch nicht ohne alles Gewicht sein.

Es ist ferner bekannt, dass die Gallensecretion sich von allen andern Secretionen dadurch unterscheidet, dass sie von dem Capillarsysteme einer Vene ausgeht, und dass selbst das Blut der Leberarterien erst venös geworden ist, ehe es mit den feinsten Verzweigungen der Gallencanäle in Berührung kommt; denn, wie wohl *Kiernan* zuerst nachgewiesen hat, gehen die rami vasculares der Leberarterie in einen Venenplexus über, der sich nicht in die Lebervenen, sondern in die feinern (nicht die feinsten) Verzweigungen der Pfortader mündet und auf diese Weise den hepatischen Antheil oder die Leberwurzeln des Pfortadersystems bildet. Die Absonderung des Materials der Galle geschieht also aus rein venösem Blute. Ganz anders ist die Absonderung z. B. bei der Niere, der arterielles Blut und mit diesem die durch den respirirten Sauerstoff erst excrementitiell gemachten Stoffe (Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure u. s. w.) zugeführt werden, und wo diese Stoffe, ohne eine dichte Lage von Zellen passiren zu müssen, auf eine einfacher Transsudation sehr ähnliche Weise aus den Gefässen in die Harncanälchen übertreten. Dass in den „Leberläppchen“ selbst, d. h. an den Orten, wo die feinsten Capillarnetze der Pfortader durch die Maschennetze der Leberzellen von den kleinsten Gallencanälen (nach *E. H. Weber* noch viel kleiner als das feinste Blutcapillargefäss) getrennt sind, die Umwandlung von Blutbestandtheilen zu Galle nur höchst langsam von Statten geht, also eine weiter ausgreifende Art der Metamorphose erzielt wird, geht wohl auch aus der grossen Langsamkeit hervor, mit welcher das Blut die Leber durchströmt. Erwägt man nämlich, dass das Blut der Pfortader bereits aus einem Capillarnetz gesammelt worden ist, und nun ohne weitere mechanische Hülfsmittel noch einmal den Widerstand der Reibung im zweiten Capillarnetz zu überwinden hat, dass überdiess die Venen, in welche die Pfortaderverästelungen sich münden, selbst eines gewöhnlichen Beförderungsmittels des Blutlaufs in den Venen, der Klappen, entbehren: so kann man sich den Blutlauf in der Leber nur als einen höchst langsamen vorstellen. *Joh. Müller* und *E. H. Weber* haben selbst durch directe mikroskopische Beobachtung an den Larven der Salamander und an Fröschen sich von der Richtigkeit jener Voraussetzung überzeugt. Bei dieser Sachlage können wir uns ebenso-

wenig darüber verwundern, dass *Bidder* und *Schmidt* erst 2 Stunden nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln die Gallensecretion sich vermehren und erst nach 10 Stunden ihren Höhepunkt erreichen sahen, als über die grosse Häufigkeit von Leberhyperämien und so oft damit zusammenhängenden Hämorrhoïdalcongestionen.

Wenn aber die grosse Langsamkeit des Blutlaufs in der Leber uns zur Annahme einer eigenthümlichen Verarbeitung des fraglichen Materials in den Leberzellen drängt, so deutet auch die Quelle der Stoffe, welche in das Pfortaderblut gelangen, auf eine eigenthümliche Function der Leber als metamorphosirenden Organes hin. Das aus dem Magen, dem ganzen Darmkanale und dem Mesenterium abströmende venöse Blut sammelt sich in der Pfortader; es muss also ein grosser Theil der von den Venen dieser Theile in keineswegs geringer Menge aufgesogenen Nahrungsstoffe der Leber zugeführt werden; auch die Venen des Pancreas und hauptsächlich die der Milz ergiessen ihr Blut in die Pfortader. Wir werden später bei der chemischen und physikalischen Untersuchung des Blutes sehen, dass der Character des Pfortaderblutes verschieden ist, je nachdem diese Vene mehr Blut aus dem Magen und Darmkanale während der Verdauung aufgenommen hat oder mehr Blut aus den Milzvenen, die an sich eine von anderm venösen Blute sehr differente Flüssigkeit führen. Wir werden aber sehen, dass das Lebervenenblut ebenso verschieden ist von dem Pfortaderblute (sei es verglichen mit dem während des Hungerns oder während des Verdauungsprocesses gesammelten), als von dem Blute jedes andern Venensystems. Das Blut erleidet in der Leber so auffallende Veränderungen, wie in keinem andern Organe bei seinem Uebergange aus dem arteriellen in den venösen Zustand. Diese Veränderungen sind aber nicht der Art, dass dieses Blut in der Leber einzelne Bestandtheile einfach abgäbe, sondern einzelne seiner Bestandtheile haben, wie wir weiter unten sehen werden, auch ganz bestimmt ausgesprochene chemische Veränderungen erlitten. Dazu kommt, dass die Gegenwart der wichtigsten Bestandtheile der Galle (trotz mancher gegentheiligen Behauptungen) in dem Pfortaderblute präformirt (wenigstens von mir, selbst wenn ich mit sehr grossen Mengen arbeitete) durchaus nicht nachgewiesen worden ist.

Die trifftigsten Gründe gegen die Ansicht, wornach die Galle in der Leber selbst aus heterogenen Bestandtheilen gebildet werden soll, hat man theils aus der vermeintlichen Analogie der Gallensecretion mit der Nierensecretion, theils aus gewissen pathologischen Erschei-

nungen abgeleitet. Dass die Analogie zwischen Nieren- und Lebersecretion sich eigentlich nur auf das Wort Absonderung beschränkt, ist selbst aus den von uns gegebenen Andeutungen über die Verschiedenheit im Bau beider Organe schon ersichtlich. Was aber die aus der Pathologie entlehnten Thatsachen betrifft, so sprechen auch diese im Ganzen weit mehr für die Bildung der Galle in den Leberzellen, als für eine vorgängige Entstehung der Gallenbestandtheile im Blute. Gerade bei Erkrankungen des Leberparenchyms kommt Icterus sehr selten vor; bei Fettleber, Speckleber und der seltnen Lebertuberculose wohl niemals, ebensowenig bei der einfachen und rothen Atrophie der Leber, selbst bei granulirter Leber und Leberentzündung nur selten; constant stellt sich Icterus eigentlich nur bei Krankheiten der Gallenwege und acuter, gelber Leberatrophie ein. Würde durch Unterdrückung der Lebersecretion eine Anhäufung wahrhafter (chemisch nachweisbarer) Gallenstoffe im Blute bedingt, so müsste in den genannten Krankheiten, von welchen das Parenchym der Leber befallen wird, Icterus eben so häufig eintreten, als bei gehemmter Excretion der Galle. Nun ergreifen zwar jene Krankheiten selten das ganze Parenchym der Leber (Hepatitis nie; bei ihr kommt Icterus aber auch selten vor), so dass also wohl ein Theil der Leber immer noch für Ausscheidung der Galle aus dem Blute sorgen könnte: allein dagegen sprechen wiederum die Erfahrungen, wo neben dem Icterus noch sehr viel Galle in den Darm übergeht (z. B. oft bei Pyämie, beim gelben Fieber, nach Vipernbiss und selbst bei von Icterus begleiteten Pneumonien), sowie überhaupt Icterus vorkommen kann in Krankheiten, in welchen keine organische Veränderung des Leberparenchyms und der Gallengänge nachzuweisen ist. Es geht hieraus wenigstens so viel hervor, dass man aus dem Auftreten von Icterus nicht jedesmal auf eine Störung der Lebersecretion oder Gallenausscheidung schliessen und hierauf sein Urtheil über Unterdrückung der Gallenabscheidung oder Gallenbildung in der Leber begründen darf. Für die Beurtheilung der Gallenab- und ausscheidung aus dem Auftreten des Icterus fehlt es noch sehr an positiven Unterlagen; die verschiedenen Verhältnisse, welche den Eintritt desselben begleiten oder bedingen, sind noch so wenig erforscht, dass man selbst aus Zuständen, wie die acute gelbe Leberatrophie (wo neben plötzlichem Auftreten von Icterus selbst die Zellen der Leber veröden und zerstört werden) auf eine Bildung wahrer Galle im Blute zu schliessen keineswegs berechtigt ist.

Wir erlauben uns in dieser Hinsicht nur auf einige Punkte aufmerksam zu

machen, die bis jetzt für die pathologischen Verhältnisse noch keineswegs genügend erforscht sind: es ist z. B. durchaus noch nicht nachgewiesen, ob mit dem Eintreten des Icterus auch immer andre Gallenstoffe und besonders die coagulirten harzigen Säuren im Blute gefunden werden; ja es ist sogar einigen Beobachtungen nach nicht unwahrscheinlich, dass Icterus vorhanden sein kann, ohne dass die Gallensäuren im Blute gefunden werden. Wäre es bisher möglich gewesen nachzuweisen, welche Gallensäure, d. h. ob die gepaarten Säuren oder Cholsäure (Cholalsäure Str.) oder Choloidinsäure im Blute bei Icterischen oder Nichticterischen vorkomme: so hätte man etwa beurtheilen können, ob die Resorption derselben von der Leber aus durch die Lymphgefässe oder vom Darmkanale aus geschehen sei; allein jetzt können wir bei der Unsicherheit der Pettenkofer'schen Gallenprobe uns höchstens subjectiv von der Gegenwart gallenharziger Säuren überzeugen. Die Lymphgefässe spielen bei der Resorption der Galle unstreitig eine höchst wichtige Rolle, ja nur sie allein können von der Leber aus Galle resorbiren; denn die Venenplexus der Arteria hepatica münden ja in die Pfortader und würden den Leberzellen die eben erst resorbirte Galle wieder zuführen. Im Leichname imbibirt sich die Galle so leicht in benachbarte Theile; an lebenden Thieren finden wir diess nicht; wir würden die Imbibition der Galle wahrscheinlich aber auch im Leben beobachten, wenn dieselbe nicht alsbald durch die die Leberoberfläche wie die Gallengänge und Gallenblase begleitenden und umstrickenden Lymphgefässe alsbald resorbirt würde. Man glaubt sich überzeugt zu haben, dass manche Stoffe in den Lymphgefässen chemische Veränderungen erleiden; man weiss aber nicht, ob Gallenfarbstoff und Gallensäuren in dem gesunden Lymphsystem unverändert fortgeführt werden oder daselbst auch Umwandlungen erleiden. Wir wissen also nicht, ob bei jenen Krankheiten, wo Icterus ohne nachweisbare organische Veränderungen der Leber vorkommt oder wo neben Icterus viel Galle in den Darm übergeht, die Lymphgefässe vielleicht ihre Schuldigkeit nicht thun. Nach Versuchen von Injectionen filtrirter Galle in die Venen zu schliessen, dürfte wohl das Blut im normalen Zustande die Fähigkeit besitzen, umwandelnd auf die Gallenstoffe einzuwirken; kann doch bei vollkommner Verstopfung des Ductus choledochus das Leben jahrelang leidlich bestehen; man weiss aber nicht, ob das Blut in fieberhaften und entzündlichen Zuständen, wo die Oxydation desselben erheblich vermindert ist, die Fähigkeit verliert, diese Gallenstoffe gleich den Extractivstoffen, der Harnsäure, dem Cystin u. s. w. umzusetzen. Warum tritt zu Fettleber Icterus nur, wenn acute Krankheiten intercurriren? Warum kommt bei Speckleber, wo selbst eine wenig gefärbte, wässrige Galle abgesondert wird, niemals Icterus vor; während doch die in das Leberparenchym eingebettete colloïde Substanz die Leberzellen unversehrt gelassen hat? Bei granulirter Leber findet man viele der feineren Gallengänge obliterirt, die Lebergranula daher mit Galle erfüllt, und doch fehlte während des Lebens der Icterus. Die acute gelbe Leberatrophie ist eine (ausser von *Rokitansky*) noch wenig beobachtete und noch weniger untersuchte Krankheit; von den chemischen Metamorphosen in derselben wissen wir nichts. Es will uns also scheinen, als ob man aus den nackten Beobachtungen am Krankenbette und Secirtische noch nicht berechtigt sei, Folgerungen für eine Bildung der Galle im Blute und auf einen Icterus wegen Unterdrückung der Gallensecretion zu deduciren.

Ist nun die Ansicht, welche den Heerd der **Gallenbildung** in die Leber selbst versetzt, durch die angeführten anatomischen und physiologischen Thatsachen höchst wahrscheinlich gemacht und durch unsre pathologischen Erfahrungen wenigstens nicht widerlegt, so liegt es nahe, die der Leber zugeführten Säfte mit den aus ihr wieder abfliessenden zu vergleichen; denn gerade durch den Vergleich des Aufgenommenen mit dem wieder Abgehenden dürfen wir hoffen, gewisse Anhalts- und Begrenzungspunkte zu gewinnen, um uns ein chemisches Bild von der Bereitung der Galle aus verschiedenen organischen Elementen verschaffen und wenigstens nicht allzuweit von der Wahrheit abirren zu können. Ist es einmal constatirt, dass die Pfortader hauptsächlich der Leber das Material zuführt, so haben wir wohl im Blute dieser Vene die Stoffe zu suchen, welche zur Gallenbereitung verwendet werden; gelangt nun die chemische Untersuchung so weit, dass wir einen Vergleich zwischen der Constitution des Pfortaderbluts und der des Lebervenenbluts anstellen können, so muss aus diesem selbst ein Hinweis auf die Entstehung der Galle und die Function der Leber hervorgehen.

Leider ist die chemische Analyse noch nicht so weit, um allen, ja nur vielen erwarteten Aufschlüssen Rechnung zu tragen: allein einzelne der Beweise, welche für diese oder jene Anschauungsweise geltend gemacht worden sind, können doch durch sie erhärtet oder widerlegt werden. Wir werden unter „Blut" ausführlicher auf die von uns ausgeführten Parallelanalysen des Pfortader- und Lebervenenbluts eingehen und daher in der folgenden Deduction nur auf die bezüglichen Resultate derselben hinweisen.

Der Vergleich beider Blutarten scheint uns weit mehr durch die Mangelhaftigkeit unsrer chemisch-analytischen Mittel, als etwa durch das dem Lebervenenblute beigemengte, aus der Leberarterie entsprungene Blut und die durch die Lymphgefässe dem zugeführten Material entzogenen Stoffe getrübt zu werden. Was die Zufuhr des venös gewordenen Bluts der Leberarterien betrifft, so ist diese jedenfalls sehr gering; denn abgesehen von dem Lumen der Leberarterie, welches dem der Pfortader um ein bedeutendes nachsteht (Querschnitt der Leberarterie = 4,909 Quadratlinien, der der Pfortader = 38,484 □''' *Krause* und *Valentin*) muss aus einfachen physikalischen Gründen die Schnelligkeit des Blutlaufs in den von der Leberarterie abhängigen Venen fast ebenso gering werden, als in den gleich grossen Pfortadercapillaren. Die Lymphgefässe scheinen aber mehr das Material, welches aus der durch die Leberarterie vermittelten Ernährung der Gefässe und Gallengänge hervorgegangen ist, aufzusaugen, und ausserdem etwa bereits gebildete Gallenstoffe abzuführen. Aus diesen Gründen dürfte wohl der Vergleich zwischen dem Blute des zuführenden und abführenden Venensystems immer noch ziemlich stringent bleiben.

Gehen wir nun zur Betrachtung der einzelnen Gallenstoffe über, und fragen, ob diese und welche im Pfortaderblute bereits präformirt enthalten sind, so gelangen wir zu dem Resultate, dass gerade die wesentlichsten Bestandtheile der Galle in dem Pfortaderblute nicht nachweisbar sind. Die Gegenwart der harzigen Gallensäuren, also haupt-

sächlich Cholsäure oder Choloidinsäure, in der Pfortader haben selbst diejenigen gemuthmasst, welche nicht an eine Bildung dieser Säuren ausserhalb der Leber glauben; ja man musste sie erwarten, da man die Resorption eines Theils der in den Darmkanal ergossenen Galle von den Venen aus annehmen zu dürfen glaubte, und da alsdann die Rudimente jener resorbirten Galle nothwendiger Weise sich in der Pfortader wieder sammeln mussten; allein diese harzigen Gallensäuren sind im Pfortaderblute selbst bei der sorgfältigsten unter den verschiedensten Verhältnissen angestellten Untersuchung durchaus nicht nachzuweisen. Wenn man z. B. durch Zucker und Schwefelsäure Gallenstoffe im Pfortaderblut gefunden zu haben glaubt, so ist dies ein Irrthum, herbeigeführt durch die der Pettenkofer'schen Probe ähnliche Reaction der Elaïne und Oelsäure.

Wir haben bereits im ersten Theile (S. 131 u. 279 ff.) hauptsächlich aus dem Reichthum des Pfortaderbluts an Elaïn (durch welchen es sich vom Blute jeder andern Vene und auch dem der Lebervenen unterscheidet) die chemischen Gründe zu erhärten gesucht, die uns zu der Hypothese veranlassten, die Cholsäure als eine gepaarte Säure zu betrachten, constituirt aus einer nicht isolirbaren Modification der Oelsäure und einem Kohlenhydrat. Wer das Pfortaderblut selbst untersucht, wer es mit dem Lebervenenblute oder dem anderer Venen verglichen hat, wird fast unwillkührlich dazu gedrängt, dem ölreichen Fette, welches im Pfortaderblute in überwiegender Menge, im Lebervenenblute in nur geringer Menge enthalten ist, einen wesentlichen Antheil an der Gallenbildung beizumessen; denn das Blut ist bei seinem Eintritte in die Leber reich an Elaïn, bei seinem Austritte aus derselben dagegen sehr arm daran; das Fett des Lebervenenblutes ist daher auch viel consistenter und enthält relativ mehr Margarin. Durchschnittlich sind in 100 Th. des festen Rückstandes des Pfortaderbluts nur 3,225 Th., in dem des Lebervenenblutes aber nur 1,885 Th. Fett enthalten.

Wir kommen hier nicht auf die chemischen Gründe zurück, welche für die Bildung der Cholsäure aus Oelsäure sprechen, müssen aber nachträglich in Bezug auf diesen Gegenstand noch folgendes hinzufügen: Fettsäure durch trockne Destillation aus der Cholsäure zu erzeugen, ist mir auch bis heute noch nicht gelungen; dagegen habe ich mich überzeugt, dass aus Cholsäure durch Salpetersäure nicht nur die Säuren der Buttersäuregruppe (*Redtenbacher*), sondern auch die der Bernsteinsäuregruppe, d. h. insbesondere Lipinsäure und Korksäure, gleich wie aus Oelsäure (*Laurent*), erzeugt werden können. Uebrigens fand *Kunde*, wie oben erwähnt, dass nicht blos Froschfett, sondern auch jedes andre

elaïnreiche, thierische oder vegetabilische Fett mit Schwefelsäure und Zucker eine intensiv purpurviolette Färbung gibt, eine Reaction, welche mit anderm elainfreien Fett durchaus nicht eintritt, am vollkommensten aber mit reiner Oelsäure gelingt. Die Reaction der Oelsäure unterscheidet sich unsern Erfahrungen nach von der der Cholsäure nur dadurch, dass sie weit langsamer und zwar nur unter Zutritt von atmosphärischer Luft stattfindet. Da ich keine Absorption eines Gases beobachten konnte, so glaubte ich, die Oelsäure könne in der Cholsäure vielleicht in der Modification der Elaïdinsäure enthalten sein; allein auch Elaïdinsäure gab die Reaction mit Zucker und Schwefelsäure weit langsamer als Cholsäure.

Vor Kurzem hat *M. S. Schultze*[1]) dieselbe Beobachtung mit der Elaïne gemacht. Derselbe hat besonders darauf hingewiesen, dass die Proteïnkörper mit Zucker und Schwefelsäure eine ähnliche violette Färbung geben; wir haben dasselbe bei mehrern ätherischen Oelen, z. B. Terpenthinöl, Kümmelöl gefunden[2]). Die Pettenkofer'sche Probe ist aber darum keineswegs zu verwerfen; sie muss nur mit derselben Vorsicht angewendet werden, wie sie bei Anstellung jeder chemischen Reaction unerlässlich ist.

Mit dem Fette des Lebervenenblutes erhält man durch Zucker und Schwefelsäure dieselbe Reaction, wie mit dem des Pfortaderblutes; stellt man diese Reaction mit Vorsicht an, so muss man die subjective Ueberzeugung erlangen, dass weder in dem einen noch in dem andern Blute Galle enthalten ist; übrigens gelingt sie eben nur mit dem in Aether löslichen Theile jener Blutarten, nicht aber mit den blos in Alkohol löslichen Extractivstoffen; was wohl auch dafür spricht, dass man es hier nicht mit Gallenstoffen zu thun hat.

Die positiven Erfahrungen, welche *Bidder* und *C. Schmidt* über die Lebersecretion an Thieren unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen gemacht haben, scheinen für den ersten Blick gegen diese Hypothese zu sprechen. Diese höchst zuverlässigen Beobachter fanden nämlich, dass fette Thiere beträchtlich weniger Galle liefern als magere, und mit Fett (Speck, Rindsfett) gefütterte wiederum weniger als solche, die möglichst fettfreie Fleischnahrung erhielten, dass aber beim Hungern jene Differenzen sich ausglichen. Wenn fette Thiere weniger Galle liefern als magere, so steht diese Erfahrung nur im Einklange mit der anderweit beobachteten Thatsache, dass in einem Organismus, der zu reichlicher Fettablagerung disponirt ist, der Stoffumsatz im Allgemeinen langsamer und in geringerem Grade vor sich geht; wir erinnern nur daran, dass fette Thiere in gleichen Zeiten auch weniger Kohlensäure exspiriren, als magere, aber kräftige. Der Schluss dürfte wohl nicht so zu fassen sein: fette Thiere und fettsüchtige Menschen liefern wenig Galle, weil sie fett sind, sondern so: dieselben werden fett, weil sie wenig Galle absondern.

Dass bei ausschliesslicher Fettnahrung die Thiere weniger Galle

1) *M. S. Schultze*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 71. S. 270.

2) *Kunde*, De hepatis ranarum exstirpatione diss. inaug. med. Berol. 1850.

excerniren, darf wohl nicht Wunder nehmen, da zur Gallenbildung nicht alles Fett und dieses nicht einzig und allein verwendet wird; denn wir werden sogleich sehen, dass das Fett nur einen Theil des zur Gallenbildung nöthigen Materials ausmacht. Dass übrigens ein Uebermaass von Fett der Gallenabsonderung nachtheilig sei, lehrt uns die tägliche pathologische Erfahrung an Fettlebern, welche, während die Leberzellen durch das Fett oft um das Doppelte ausgedehnt sind, bei weitem weniger Galle absondern, als normale.

Wenn endlich hungernde Thiere mehr Galle aussondern, als ausschliesslich mit Fett gefütterte, so stimmt auch diese Erfahrung nicht gegen jene Hypothese; denn viel Zucker hebt die Weingährung auf, viel Fett ist auch der Gallenbildung in den Leberzellen nachtheilig. Bei der Gewebsmetamorphose, so weit wir sie beim Verhungern beobachten können, fallen auch nicht blos die stickstoffhaltigen Gewebstheile der Umwandlung anheim, sondern gerade das Fett sehen wir bei der Inanition besonders rapid schwinden. Von der Möglichkeit einer Fettbildung aus Proteïnkörpern ist übrigens schon im 1. Th. die Rede gewesen. Wenn aber die Erfahrungen der genannten geachteten Forscher nicht so zu deuten wären, wie wir dies versucht haben, so würde die Erfahrung, dass mehr Fett in die Leber hineingeht, als herauskommt, vollkommen unerklärlich bleiben.

Sollten wir uns trotzdem den Ansichten jener geachteten Forscher gegenüber im Irrthume befinden, so denken wir wenigstens zu einer mehrseitigen Betrachtung dieses für die physiologische Chemie so wichtigen Gegenstandes beigetragen zu haben.

Für ein zweites Element, welches zur Bildung der Galle erforderlich ist, müssen wir den Zucker oder überhaupt ein Kohlenhydrat betrachten. Jene chemische Gleichung, vermöge deren sich die Cholsäure als constituirt aus Oelsäure und Zucker betrachten lässt, würde nicht mehr Werth haben, als jede andre, die sich bei dem hohen Atomgewichte der Cholsäure sehr leicht aufstellen liesse, wenn nicht andre Gründe noch für jene Ansicht sprächen. Wir haben bereits im ersten Theile (S. 298) erwähnt, dass *Cl. Bernard* und *Barreswil* im Lebergewebe Zucker gefunden haben, eine Entdeckung, die wir eignen Untersuchungen nach bestätigen konnten, und die *Frerichs*[1]) neuerdings auch an zahlreichen Thier- und Menschenlebern wiederholt gemacht hat. Letzterer Forscher überzeugte sich übrigens, dass dieser Zuckergehalt der Leber völlig unabhängig von der Nahrung der Thiere war, wenigstens insofern als er auch in der Leber solcher Thiere gefunden

1) *Frerichs*, a. a. O. S. 831.

wurde, welche lange Zeit hindurch nur von Animalien genährt worden waren. Wir haben S. 299 des ersten Th.'s auf die Gründe hingewiesen, die es wahrscheinlich machten, dass auch aus Proteïnkörpern im thierischen Organismus sich Zucker bilden könne. *Scherer*[1]) hat neuerdings im Muskelsafte eine besondere nicht gährungsfähige Zuckerart nachgewiesen, und *C. Schmidt*[2]) hat sich überzeugt, dass in jedem normalen Blute ein geringer Gehalt an Zucker vorkomme. Von der Pfortader aus wird aber der Leber während der Verdauung vegetabilischer Nahrungsmittel stets eine mehr oder minder grosse Menge Zucker zugeführt; denn wir wissen einerseits, dass der im ganzen Verlaufe des Darmkanals allmälig aus dem Stärkmehl hervorgehende Zucker grösstentheils von den Venen absorbirt wird, andrerseits aber, dass die Venen des Magens, der dünnen sowie der dicken Gedärme, sich in die Pfortader ergiessen; man findet daher bei jeder sorgfältigen Untersuchung des Pfortaderblutes grösserer pflanzenfressender Thiere ziemlich constant Zucker in demselben, während dieser (von mir wenigstens) weit seltner im Chylus mit Sicherheit nachzuweisen war. Wir können daher mit *Frerichs* kaum anders glauben, als dass der im Leberparenchyme gefundene Zucker neben andern Bestandtheilen des Pfortaderblutes, wenigstens theilweise, mit zur Gallenbildung verwendet werde, obgleich noch ein grosser Theil des in der Leber selbst gebildeten Zuckers durch die Lebervenen in die Gesammtblutmasse übergeführt wird. Dass der Zucker, wenn unsre Hypothese von der Constitution der Cholsäure richtig ist, 6 At. Wasser bei der Paarung mit Oelsäure verliert, ist nach unsern bisherigen Erfahrungen über Paarung nicht zu verwundern; es ist aber in der Cholsäure nach jener Paarung ebensowenig Zucker als solcher anzunehmen, als Glycin in der Hippursäure (vergl. d. 1. Th. S. 196.)

C. Schmidt, obgleich (wie oben erwähnt) Gegner der Ansicht einer Bildung der Galle aus Fett, stellt doch die scharfsinnig ausgedachte Hypothese auf, dass bei der Fettmetamorphose im Thierkörper aus den neutralen Fetten, d. i. dem fettsauren Glycerin, sich Zucker und Cholsäure (Cholals. Str.) bilde; es ist nämlich eine interessante Erfahrung, dass, wenn wir uns $\frac{1}{7}$ des Wasserstoffs des Glycerins ($= C_6\ H_7\ O_5$) substituirt denken durch 1 Aeq. Sauerstoff, wir die Formel wasserfreien Krümelzuckers ($= C_6\ H_6\ O_6$), und wenn wir die Fettsäure (entsprechend der generellen Formel der festen Fettsäuren $= C_n\ H_{n-1} O_3$) $= C_{48}\ H_{47}\ O_3$ annehmen, und uns in dieser wieder 7 Aeq. Wasserstoffs durch Sauerstoff ersetzt denken, die Formel der Cholsäure $= C_{48}\ H_{39}\ O_9 .\ HO$ erhalten.

1) *Scherer*, Verhandl. der physik. med. Gesellschaft in Würzburg. 1850. S. 51—55.

2) *C. Schmidt*, Charakteristik der epid. Cholera. S. 162.

C. Schmidt bemerkt gegen *Bernard's* „Zuckerbildung in der Leber", dass sich im Blute der Vena cava ebensogut Zucker finde, als in dem der Pfortader; ich muss hinzusetzen, dass ich sogar in dem Blute der Lebervenen Zucker (vergl. unten: „Blut") und zwar bei weitem mehr, als in dem der Pfortader und dem der Jugularvenen gefunden habe. Nach 5 an den Blutarten verschiedener Pferde gemachten Bestimmungen fand ich constant 10 — 16mal mehr Zucker im festen Rückstande des Serums vom Lebervenenblute, als in dem des Pfortaderblutserums; ja wenn die Thiere vorher gehungert hatten, konnte ich im Pfortaderblute gar keinen Zucker finden, während derselbe im Lebervenenblute leicht zu finden und durch Gährung quantitativ zu bestimmen war. Es kann also kein Zweifel sein, dass bei den Umwandlungen, welche das Blut in der Leber erleidet, zugleich Zucker gebildet wird. Sehen wir nun ein Plus von Fett und ein Minus von Zucker in die Leber hineingehen, dagegen ein Minus von Fett und ein Plus von Zucker heraustreten, so dünkt uns für den ersten Blick die Ansicht ganz einfach, ja mathematisch sicher, dass nach der oben angeführten *Schmidt*'schen Hypothese das Fett in der Leber in Cholsäure und Zucker zerfalle: allein so ansprechend dieselbe ist, so muss doch erwogen werden, dass auch aus andern Stoffen eine Zuckerbildung gedacht werden kann. Wir werden später nachweisen, dass in der Leber auch stickstoffhaltige Materien zu Grunde gehen, und haben schon im 1. Th. als möglich dargethan, dass auch aus der Zersetzung solcher Stoffe Zucker entstehen kann; durch *Scherer's* Entdeckung des Inosits (Muskelzuckers) ist dies noch wahrscheinlicher geworden. Endlich kennen wir die extractartigen Substanzen, an denen das Pfortaderblut keineswegs arm ist, noch zu wenig, als dass wir eine Umwandlung einzelner derselben in Zucker zu läugnen berechtigt wären.

Es geht aus diesem Allen hervor, dass wir, wollen wir uns nicht blos mit Aufstellung chemischer Formeln und Gleichungen begnügen, immer noch sehr weit davon entfernt sind, die einzelnen Stadien des thierischen Stoffwechsels zu deuten und die Formen der Umwandlung und Bildung einzelner Stoffe nachzuweisen; doch wächst mit jedem Tage die Menge der Beobachtungen, die die Möglichkeit und Zahl von Hypothesen auf immer engere und engere Grenzen zurückführt. So lässt sich auch nach den jetzt gewonnenen Thatsachen nicht mit Bestimmtheit entscheiden, welche von den Hypothesen über die Bildung der Cholsäure, die *Schmidt*'che oder die von mir aufgestellte, der Wahrheit näher kommt; vielleicht ist keine von beiden richtig. Indessen dünkt uns gegen die *Schmidt*'sche Hypothese und zu Gunsten der unsrigen zu sprechen: dass uncopulirte Säuren von 9 At. Sauerstoff in der Chemie mindestens sehr ungewöhnlich sind, dass Oelsäure, aber nicht die festen Fettsäuren (von der generellen Formel $C_n\ H_{n-1}O_3$), die *Pettenkofer*'sche Reaction geben, und besonders dass im Lebervenenblute sich bei weitem weniger öliges Fett vorfindet, als im Pfortaderblute (relativ aber mehr festes). Nur so viel steht wohl nach der angeführten Erfahrung fest, dass die Leber allerdings eine Bildungsstätte des Zuckers ist.

Es ist sehr leicht begreiflich und wohl nicht in Zweifel zu ziehen, dass die stickstoffhaltigen Paarlinge der Cholsäure (Cholals. Str.) aus der regressiven Metamorphose der stickstoffhaltigen Theile des Thier-

körpers, also besonders aus der Gewebsmetamorphose hervorgehen: allein die physiologische Chemie soll nicht blos Andeutungen über die Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten in den thierischen Processen geben, sondern sie soll, wenigstens künftig, uns auch lehren, nach welchen chemischen Gleichungen die Umsetzungen der einzelnen Thiersubstanzen vor sich gehen und auf welche Weise und in welcher Stufenleiter die Umwandlungen selbst erfolgen. Von diesem Ziele sind wir allerdings noch sehr weit entfernt, allein es wird Zeit, dass wir auch für dieses Ziel bereits Hülfsmittel und Kräfte sammeln. Aus diesem Gesichtspunkte würde es nicht unwichtig sein, nachzuweisen, ob der glycin- oder tauringebende Paarling bereits im Pfortaderblute präformirt (frei oder in gebundenem Zustande) enthalten sei. Was zunächst das Glycin betrifft, so ist dasselbe aller angewendeten Mittel (vergl. Th. 1. S. 158) ungeachtet nicht im Pfortaderblute gefunden worden (es wurden über 450 gr. Pfortaderblut zu dem Zwecke verwendet); es ist durch diese Erfahrung zwar noch nicht als erwiesen anzusehen, dass kein Glycin im Pfortaderblute vorkomme, da die Unzulänglichkeit unsrer chemischen Hülfsmittel die Ursache dieses negativen Resultates sein könnte: allein wenigstens ist die entgegengesetzte Ansicht, wonach das Glycin der Cholsäure erst in der Leber gebildet wird, durch diese Untersuchung nicht widerlegt, während wir weiter unten die Gründe kennen lernen werden, welche dafür sprechen, dass das Glycin erst in der Leber aus der Umwandlung stickstoffhaltiger Materien hervorgehe. Ebenso wenig gelang es uns im Pfortaderblute präformirtes Taurin nachzuweisen.

Von *Fr. Chr. Schmid*[1]) ist die Asche des Pfortaderblutes reicher an Schwefelsäure gefunden worden, als die des Jugularvenenbluts; man könnte daher auf den Gedanken kommen, die Schwefelsäure des Pfortaderbluts werde in der Leber mit zur Bildung des schwefelhaltigen Paarlings verwendet; allein dem ist nicht also. Bekanntlich ist die Schwefelsäurebestimmung in jeder Aschenanalyse die unsicherste Bestimmung, die nur in der analytischen Chemie vorkommt, da zu viel von Nebenumständen (Art des Glühens, Gegenwart schwer verbrennlicher Kohle oder Mangel an Alkalien, mit denen sich die gebildete Schwefelsäure verbinden könnte) abhängt, ob mehr oder weniger Schwefel verflüchtigt wird. Aber selbst nach dieser ungenauen Bestimmung fand ich zwischen Pfortader- und Lebervenenblut nicht die

1) *Fr. Chr. Schmid,* Haller's Arch. Bd. 4. S. 323.

Differenz, welche *Schmid* zwischen Pfortader- und Jugularvenenblute gefunden hat. Die präformirte Schwefelsaure im Wasserextracte des Pfortader- und Lebervenenbluts scheint variabel zu sein; allein durchgängig erhielt ich für das Serum des Lebervenenbluts immer etwas mehr Schwefelsäure, als für das des Pfortaderbluts; diese Vermehrung ist indessen nur relativ; denn das Serum der Pfortader, indem es sich in das der Lebervenen verwandelt, verliert nicht nur viel Wasser, sondern auch Albumin, wie wir später nachweisen werden. So viel dürfte aber wohl hieraus mit Sicherheit hervorgehen, dass präformirte Schwefelsäure eben so wenig zur Bildung des schwefelhaltigen Paarlings beiträgt, als sie in die Galle übergeht. (Vergl. Th. 1. S. 453).

Vergleicht man aber durch Anwendung trockner Oxydationsmittel, z. B. Kali und Salpeter, den Schwefelgehalt beider Blutarten, so stellt sich allerdings ein grösserer Reichthum des Pfortaderblutrückstands an Schwefel heraus. Durchschnittlich fand ich in 100 Th. des festen Rückstands des Pfortaderbluts = 0,393 Th. Schwefel (alle Schwefelsäure auf Schwefel berechnet), in dem des Lebervenenblutes 0,331 Th. Der zur Bildung jenes Paarlings verwendete Schwefel ist also im Pfortaderblute bereits ebenso verborgen (unoxydirt) oder gebunden, wie im Paarlinge selbst. Es wäre nun zu erforschen, von welcher Substanz er seinen Ursprung nimmt?

Im spirituösen Extracte des Pfortaderbluts (nachdem der Rückstand bereits mit Aether und Alkohol extrahirt war) fand ich eine Substanz, welche beim Einäschern mit Salpeter Schwefel liefert (sie wird auch erhalten, wenn das Blut vorher neutralisirt worden war, kann also nicht von durch Spiritus gelöstem Natronalbuminat herrühren); indessen findet sich auch diese im Lebervenenblute in geringerer Menge. Aus diesem schwefelhaltigen Extractivstoffe könnte möglicher Weise das schwefelreiche Taurin hervorgehen. Doch möchte wohl die hauptsächliche Quelle des Schwefels der Galle und des Taurins insbesondere in dem völligen Untergange des Fibrins in der Leber zu suchen sein. Ich werde nämlich unter „Blut" nachweisen, dass die Menge des Fibrins im Lebervenenblute verschwindend klein ist, ja dass ich in demselben mehrmals gar kein Fibrin entdecken konnte. Das, was in den von *Schultz* und *Simon* früher ausgeführten Analysen des Lebervenenblutes als solches berechnet worden ist, darf nicht für Fibrin gehalten werden, sondern es sind nichts, als die Hüllen der durch Wasser ihres Inhalts beraubten Blutkörperchen. Mögen daher die sogenannten Extractivstoffe mit zur Bildung der stickstoff- und

schwefelhaltigen Paarlinge der Cholsäure beitragen oder nicht, so ist es doch nicht unwahrscheinlich, dass das Fibrin des Pfortaderblutes mit dazu verwendet wird. Dass aber jene Paarlinge erst in der Leber gebildet werden, dafür dürfte nicht blos ihr Fehlen im Pfortaderblute sprechen, sondern ein rein chemischer Grund: wie wir im 1. Th. gesehen haben, sind in der Glyko- und Taurocholsäure Glycin und Taurin nicht füglich als präformirt anzusehen; es ist aber die gewöhnliche Regel (von der nur wenige Ausnahmen bekannt sind), dass die so gepaarten Verbindungen nicht aus den Paarlingen gebildet werden, in welche sie bei der Zersetzung zerfallen; es ist also nach den bisherigen chemischen Erfahrungen unwahrscheinlich, dass jene gepaarten Säuren aus bereits präformirtem Taurin oder Glycin und Cholsäure gebildet würden. Ueberdiess lässt sich aber im thierischen Organismus, wo wenigstens complexere Verbindungen in einfachere zerlegt werden (wo die sg. retrograde Metamorphose vorwaltet), wohl nicht erwarten, dass namentlich bei der Bildung von Ausscheidungsstoffen einfachere Substanzen sich zu complicirteren vereinigen.

Messen wir dem in der Leber zerfallenden Fibrin einen grossen Antheil an der Bildung der oft genannten Paarlinge bei, so müssen wir auch zugleich dem Einwande begegnen, das Fibrin könne zur Bildung der in der Lebervene in so grosser Menge gefundenen jungen Blutkörperchen verwendet worden sein. Zwar habe ich die Beschaffenheit des Pfortaderfibrins bei frisch getödteten Thieren nie so different von dem anderer Venen gefunden, wie *Fr. Chr. Schmid*[1]): allein etwas weniger contrahirbar und weniger dicht pflegt es immer zu sein, als das aus anderm Venenblute. Das scheint aber doch wenigstens nicht d i e Form zu sein, in der es zur Gewebs- oder Blutkörperchenbildung tauglich ist. Dagegen ersehen wir aus einem Vergleiche des Pfortaderblutserums mit dem der Lebervenen, dass das Eiweiss in letzterem erheblich abgenommen hat und wahrscheinlich zum Zwecke der Blutzellenbildung verwendet worden ist. Meinen Untersuchungen nach steht nämlich im Pfortaderblutserum das Albumin zu den übrigen festen Stoffen in dem Verhältnisse wie 100 : 12,5, dagegen im Lebervenenblute (wo die Salze überdies noch um 0,3 verringert sind) wie 100 : 27,4. Ausserdem enthält aber das Lebervenenblut absolut und relativ viel weniger Serum als das Pfortaderblut; wenn z. B. im Pfortaderblute die Intercellularflüssigkeit zu den feuchten Blutzellen im Verhältnisse =

1) *Fr. Chr. Schmid,* a. a. O.

100 : 150 steht (dies war der Fall, wenn Pferde 5 Stund n nach dem Fressen getödtet wurden), so ist im Lebervenenblute das Verhältniss der Intercellularflüssigkeit zu den Zellen = 100 : 330; oder ist (10 St. nach dem Fressen) das Verhältniss im Pfortaderblute = 100 : 35, so wird das im Lebervenenblute = 100 : 138 gefunden. Das Pfortaderblut verliert also bei seiner Umwandlung in Lebervenenblut einen sehr grossen Theil seines Serums, von diesem aber besonders viel Albumin. Das gerinnbare, lösliche Albumin des Pfortaderblutes ist also zweifelsohne in den erheblich vermehrten Cruor des Lebervenenblutes zu einem grossen Theile übergegangen. Ist die Hypothese nicht zu gewagt, anzunehmen, dass dieser Theil Albumin zur Bildung der Hüllen der Blutkörperchen verwendet werde, so ist der Schwefelreichthum der Galle leicht erklärt; denn die Hüllen der Blutkörperchen des Lebervenenblutes enthalten keinen Schwefel, wie weiter unten weiter nachgewiesen werden wird.

Ein anderer wesentlicher Bestandtheil der Galle ist das **Pigment**; auch dieses ist in dem Pfortaderblute präformirt nicht nachzuweisen; es ist aber schon (im 1. Th. S. 325) davon die Rede gewesen, das Gallenpigment bilde sich möglicher Weise aus dem Blutpigmente; wir kommen daher nicht weiter auf die Gründe dieser Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit zurück, erwähnen aber hier blos, dass, wenn das Cholepyrrhin wirklich aus der Umwandlung des Hämatins hervorgeht, dies wenigstens im normalen Zustande auch in der Leber geschehen wird. Es scheint nämlich keine blosse Phantasie zu sein, wenn man die verzerrten, fleckigen, unregelmässigen Blutkörperchen im Pfortaderblute hungernder Thiere für alternde Zellen hält; denn wir finden wenigstens, dass die aus der Leber durch die Lebervenen hervorgehenden Blutzellen ganz den Charakter zeigen, welche man den jugendlichen Blutzellen zuschreibt; die Pfortaderblutzellen werden also wohl in der Leber nicht verjüngt, sondern gehen daselbst unter, und ihre Trümmer werden zum Theil (wie z. B. das Eisen) zur Bildung von neuen Blutkörperchen verwendet, zum Theil aber in Ausscheidungsstoffe verwandelt; es ist also wohl denkbar, dass das Hämatin unter Verlust von Eisen sich in Cholepyrrhin umwandele, welches in den Gallencanälchen den andern Bestandtheilen der Galle sich beimengt. In mehrern vergleichenden Analysen beider Blutarten fand ich in 600 grm. Blutzellen des Pfortaderblutes = 0,384 grm. metallisches Eisen, in den jenen entsprechenden 760 grm. Blutzellen des Lebervenenblutes = 0,333 grm. Eisen. Es geht hieraus trotz der Grösse der

hierbei möglichen Beobachtungsfehler so viel mit Sicherheit hervor, dass das Eisen der alternden Blutkörperchen des Pfortaderblutes mehr als ausreichend ist, um die jungen Blutzellen des Lebervenenblutes mit der ihm nöthigen Eisenquantität zu versorgen. Würden wir die Ansicht für statthaft halten, dass der Eisengehalt der Blutkörperchen oder des Hämatins auf dessen Farbe influenzire, so würden wir hierbei auf die durchaus verschiedene Färbung des Pfortader- und Lebervenenbluts aufmerksam machen; schon *Fr. Chr. Schmid* hat auf die dunkelbraune, zuweilen sammetartig schwarz erscheinende Farbe des Pfortaderblutkuchens aufmerksam gemacht; die Blutkörperchen des Lebervenenbluts erscheinen aber, namentlich in dünnern Schichten, immer intensiv purpurviolett, eine Färbung, die ich am Pfortaderblute nie beobachtet habe, auch in anderm Venenblute nie in diesem Grade. Ob jenes Minus von Eisen im Lebervenenblute hier nur durch Beobachtungsfehler bedingt sei, oder als in die Galle übergegangen betrachtet werden müsse, wage ich trotz dreier sehr gut übereinstimmender Versuche nicht zu entscheiden. Da man jedoch in der Galle so oft Eisen gefunden hat, so dürfte die gefundene Zahlendifferenz doch wohl in der Natur der in der Leber vorgehenden Umwandlungen selbst begründet sein, und demnach ein Theil des von der Pfortader zugeführten Eisens durch die Leber an den Darmkanal abgegeben werden. Im Serum des Pfortaderblutes fand ich übrigens, so bald dieses frei von rothen Blutzellen war, kein Eisen.

Von den übrigen organischen Bestandtheilen der Galle hat immer das Cholesterin besondere Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Dieser Stoff findet sich, wie wir (im 1. Th. S. 286) gesehen haben, auch im normalen Blute; in dem der Pfortader ist er auch enthalten, jedoch wegen des Ueberwiegens der eigentlichen Fette nur schwierig durch mikroskopische Untersuchung und Messung nachzuweisen. Abgesehen hiervon deutet das häufige Vorkommen von Cholesterin in pathologischen Producten (namentlich in serösen, abgesackten Exsudaten, z. B. Hydrocele) ohne irgend ein gleichzeitiges Leberleiden oder gleichzeitiges Vorkommen anderer Gallenbestandtheile in der Säftemasse wohl deutlich genug darauf hin, dass das Cholesterin ein Product der allgemeinen Stoffmetamorphose ist und dass die Leber nur das Organ ist, durch welches das sg. Gallenfett im normalen Zustande ausgeschieden wird.

Wir haben bereits oben gesehen, weshalb man aus dem Vorkommen cholesterinreicher Gallensteine nicht auf eine vermehrte Bildung von Cholesterin

schliessen darf. Die Ausscheidung dieses Stoffs aus der Galle hat nur in mechanischen, nicht in quantitativen Verhältnissen ihren Grund. Wäre man zur Annahme einer Cholesterindiathese geneigt, so würde es wenigstens sonderbar sein, dass, wenn man in einem Exsudate fast einen reinen Cholesterinbrei findet, doch gleichzeitig niemals oder höchst selten Gallensteine vorkommen.

Ueber den Ursprung der Fette und Fettsäuren der Galle ist wohl keine Bemerkung nothwendig, da wir so oft auf den Reichthum des Pfortaderbluts an Fett einerseits und der Leberzellen andrerseits hingewiesen haben; die Verseifung der freien Fette findet wohl auch an andern Orten statt; da jedoch die Fette der Galle meistens verseift sind, in den Fettzellen aber vorzüglich unverseifte Fette gefunden werden, so dürften die Fettsäuren der Galle wohl erst in den Zellen der Leber erzeugt werden.

Dieser Umstand scheint uns zugleich gegen die von einigen Anatomen angenommene Dehiscenz der Leberzellen zu sprechen; denn selbst bei Fettleber oder bei physiologischen Verhältnissen, wo die Leberzellen von Fettbläschen erfüllt sind, finden wir in der Galle weder unverseiftes Fett in erheblicher Menge noch eine Vermehrung des verseiften, was doch der Fall sein müsste, wenn die Leberzellen sich durch Platzen ihres Inhalts entledigten.

Geben wir zu den Mineralstoffen der Galle über, so stossen wir zunächst auf den Alkaligehalt derselben, welcher sich in Verbindung mit den gepaarten Gallensäuren, mit Fettsäuren und Pigment befindet. Da das Wasserextract sowohl als das spirituöse Extract des Pfortaderblutes beim Einäschern kohlensaure Salze liefert, so ist die Quelle dieser Alkalien wohl leicht zu erkennen. Uebrigens wird das Natronalbuminat bei seinem Uebergange in die Masse der Blutzellen auch Natron verlieren müssen, welches zur Verseifung der Fette und Bildung der Gallensäuren beitragen kann. In der Asche des Lebervenenblutserums fand ich ziemlich dieselben, ja oft etwas grössere Mengen kohlensaurer Alkalien, wie in der des Pfortaderblutserums, allein es ist zu erwägen, dass das Lebervenenblut fast um die Hälfte weniger Intercellularflüssigkeit enthält, als das Pfortaderblut, und dass demnach das Gesammtblut der Lebervenen bei weitem weniger an organische Stoffe gebundenes Alkali enthält als das der Pfortader. So verhält es sich auch mit dem kohlensauren Alkali, welches ich präformirt in beiden Blutarten (nach der Th. 1. S. 448 näher beschriebenen Methode) gefunden habe; eine quantitative Bestimmung desselben war nicht möglich; doch schien es mir (und einigen Augenzeugen der mehrmals wiederholten Versuche), als ob das Pfortaderblut unter der Luftpumpe bei einer weniger starken Luftverdünnung bereits Blasen zu

bilden anfing und zwar diese in reichlicherer Menge, als das Lebervenenblut.

Die Menge der in die Galle übergehenden löslichen Phosphate ist höchst gering; sie haben wohl gleich den Erdphosphaten ihren Ursprung hauptsächlich im Schleime der Gallenwege. Constante Unterschiede in der Zahl der löslichen Phosphate in dem der Leber zuströmenden und ausfliessenden Blute habe ich nicht gefunden; eher noch scheinen die Erdphosphate selbst aus dem Blute in die Galle überzugehen, wenigstens fand ich durchgängig im Serum wie im Blutkuchen des Pfortaderblutes mehr Erdphosphate als in denen des Lebervenenbluts.

Was endlich die Chloralkalien betrifft, an welchen die Asche der Galle so reich ist, so gibt die Differenz derselben in beiden Blutarten genügende Gewähr für deren Ursprung; in dem specifisch leichteren Serum des Pfortaderbluts findet man 0,28 bis 0,31% Chlor, während in dem dichtern Serum des Lebervenenbluts nur gegen 0,22% gefunden werden. Dagegen ist der Gehalt der Blutzellen an Chlor in beiden Blutarten ziemlich gleich (ungefähr 0,165%). Es muss demnach ein Theil der Chloralkalien aus dem Serum des Pfortaderbluts in die neu entstehenden oder verjüngten Blutzellen des Lebervenenbluts mit übergehen.

Die auffallende Erfahrung von *Bensch* und *Strecker*, dass die Galle der pflanzenfressenden Säugethiere fast nur Natronsalze enthält, während die Nahrung dieser Thiere doch so reich an Kali und arm an Natron ist, kann vielleicht auf folgende Weise eine Deutung finden: von andern Organen der Herbivoren, z. B. von den Nieren, werden Kalisalze in grosser Menge ausgeschieden; in der Leber ist dies aber nicht der Fall, weil hier das mit dem Pfortaderblute zuströmende Kali für die Blutkörperchen benutzt wird (die Blutzellen sind, wie *C. Schmidt* zuerst dargethan hat, besonders reich an Kali); wir sahen aber so eben, dass ein grosser Theil Chloralkalien in die Blutzellen des Lebervenenbluts übergeht.

Schliesslich kann ich nicht unerwähnt lassen, dass das Lebervenenblut constant bedeutend weniger Wasser enthält, als das Pfortaderblut und dass selbst nach reichlichem Trinken der Wassergehalt des Lebervenenblutes sich nur sehr wenig vermehrt, während der des Pfortaderbluts ausserordentlich gross gefunden wird. Es geht hieraus hervor, dass dieser Wasserüberschuss des letzteren Blutes in der Leber in die Gallencanäle ergossen wird und dass die Dichtigkeit der abgesonderten Galle je nach den äussern physiologischen Verhältnissen eine sehr verschiedene sein muss.

Wenn die Pferde 5 St. nach der Fütterung nicht viel getrunken haben, so

kommen im Pfortaderblute auf 100 Th. festen Rückstands ungefähr 70 bis 110 Th. Wasser mehr, als im Lebervenenblute. Etwas wässriger wird in letzterm Falle das Lebervenenblut indessen immer auch gefunden.

Es ist möglich, dass diese Deduction der Genesis der Gallenbestandtheile wenigstens in ihren Einzelnheiten durch spätere Erfahrungen zu Nichts zerrinnt, allein wir wagten sie trotz der grossen Mangelhaftigkeit der Unterlagen hier auszuführen, da sie uns die Haupteigenschaft einer Hypothese zu haben scheint, zu neuen Untersuchungen und Forschungen anzuspornen; denn das blose Experimentiren ins Blaue hinein ohne leitenden Gedanken, ohne allgemeinern Gesichtspunkt, ohne jegliche Beziehung auf ein einheitliches Moment ist ein ebenso trostloses Handwerk, als die Speculationen der Naturphilosophen eine Pfuscherei in die Naturforschung sind.

Fassen wir die eben entwickelte Ansicht über die Genesis der Galle noch einmal kurz zusammen: so ergibt sich nach derselben, dass die von der Pfortader zugeführten stickstofffreien und stickstoffhaltigen Materien, von denen die meisten bereits im Blute den Charakter in Umwandlung begriffener Substanzen an sich tragen, zur Bildung der Gallenbestandtheile verwendet werden, dass aber andrerseits auch Stoffe in die Galle mit übergehen, die als Residuen oder Nebenproducte des in der Leber vor sich gehenden Processes der Blutzellenbildung oder Blutzellenverjüngung zu betrachten sind; zu den letzteren gehören vorzugsweise die Fette und einige Mineralbestandtheile, zu den ersteren hauptsächlich die stickstoffhaltigen Materien: Fibrin und Hämatin. Wir betrachten also die Galle nicht als das Umwandlungsproduct irgend eines einfachen morphologischen oder chemischen Bestandtheils des Thierkörpers (weder als das der Fettzelle allein noch als das von Albuminaten), sondern wir glauben, dass mehrere einander chemisch und morphologisch fern stehende Stoffe in der Leber Umwandlungen erleiden, deren einzelne Producte im sg. Statu nascenti zusammentreten und so die Verbindungen und Gemenge von Stoffen bilden, wie wir sie in der Galle vorfinden.

Noch müssten wir, um alle Elemente zur Beurtheilung der Function der Galle zu gewinnen, die Schicksale näher in Betracht ziehen, welche die Galle im Darmkanale erleidet; da wir jedoch dieselben unter ,,Darmsaft" untersuchen werden, so genüge es hier, nur das Resultat unsrer Erfahrungen anzuführen: die Galle zersetzt sich allmählig im Verlaufe des Darmkanals, indem namentlich die gepaarten Säuren zerlegt werden, und Choloïdinsäure (oder Cholsäure) sich bildet; letztre geht in Dyslysin über, welches sich selbst bis ins Rectum und in die Fäces noch verfolgen lässt; trotzdem verringert sich die Menge dieser Art von Gallenresiduen in der untern Strecke des Darmkanals

in dem Grade, dass man fast gezwungen ist, *Liebig's* Ansicht zu adoptiren, wornach diese harzigen Bestandtheile der Galle grösstentheils wieder vom Darme aus ins Gefässsystem zurückkehren. Obgleich die in die Pfortader übergehenden Darmvenen und die Chylusgefässe die einzigen Atrien sind, durch welche diese Gallenstoffe wieder ins Blut eintreten könnten: so habe ich doch weder im Chylus noch (wie bereits erwähnt) im Pfortaderblute mich von der Gegenwart solcher Stoffe im normalen Zustande während des Verdauungsactes überzeugen können. Sollte daher die Schätzung der geringen Menge in den festen Excrementen gefundenen Dyslysins nicht trügen, so würde man gezwungen sein, anzunehmen, dass die bereits modificirt in die Lymphgefässe aufgenommenen Gallenstoffe in den Drüsen bereits so verändert werden, dass durch die bis jetzt bekannten chemischen Hülfsmittel diese Art Gallenresiduen nicht mehr nachgewiesen werden kann.

Gallenpigmente, obwohl sehr modificirt, finden sich ebensowohl als Cholesterin und Taurin in den festen Excrementen wieder. Dass die löslichen Mineralsalze der Galle vom Darme aus wieder in die Säftemasse zurückgehen, ist eine schon längst von *Liebig* erwiesene Thatsache.

Es bedarf nach den mitgetheilten Thatsachen und darauf begründeten Folgerungen wohl nur weniger Worte, um sich ein Urtheil im Betreff der vielfachen und einander oft so widerstreitenden Ansichten über die Function der Galle zu bilden. Doch lassen wir vorher kurz die Meinungen an uns vorübergehen, welche man über den physiologischen Werth der Galle bisher aufgestellt hat. Hauptsächlich in früherer Zeit stritt man sich über die *excrementitielle* oder *nicht excrementitielle* Natur der Gallenabsonderung, stimmte aber darin ziemlich überein, dass die Leber durch die Gallenausscheidung ein blutreinigendes Organ werde. Wir glauben bereits im 1. Th. S. 29 auf das Unpassliche und Unlogische einer Eintheilung der abgesonderten Stoffe in Secrete und Excrete hingewiesen zu haben, halten es daher für unnütz, über diese unlautern Begriffe noch weiter zu rechten. Was aber die *Blutreinigung* durch die Galle betrifft, so bedarf auch diese Behauptung eigentlich nicht erst einer materiellen Widerlegung, da auch sie ohne alle logische Berechtigung ist; denn solche metaphorische Bezeichnungen eingebildeter Processe, solche vage Analogien mit unphysiologischen Vorgängen sind bei der heutigen Methode physiologischer Forschung nicht mehr statthaft; trotzdem erwähnen wir nur für den,

welcher sich etwa nicht von der althergebrachten Anschauungsweise trennen könnte und die Galle gern noch als einen durch die Respiration nicht entfernten kohlenstoffreichen Schmutz des Blutes betrachten möchte, dass die an Stickstoff und Wasserstoff ebenfalls nicht arme Galle bei irgendwie gestörter Oxydation in den Lungen keineswegs in vermehrter Menge ausgesondert wird, dass keine einzige pathologisch-anatomische Thatsache für ein Vicariiren der Leber für die Lunge spricht, und dass endlich die Kohlenstoffausscheidung durch die Leber gegen die durch die Lungen (wie *Bidder* und *Schmidt*, s. oben S. 73, dargethan) so zurücktritt, dass an eine Blutreinigung in diesem Sinne durchaus nicht gedacht werden kann.

Was aber die Bedeutung der Galle für den Verdauungsprocess und den der Chylification insbesondere betrifft, so hat man sich sehr verschiedene Vorstellungen von der Wirkungsweise der Galle auf die aus dem Magen in den Zwölffingerdarm gelangenden Stoffe gemacht. Die älteste Ansicht ist wohl die von *Boërhave* aufgestellte und durch *de la Boë Sylvius* berühmt gewordene, wornach die Galle durch ihr Alkali zur Sättigung der Säuren des Chymus beitragen soll. Diese Ansicht scheint uns indessen nicht in dem Grade verwerflich, in welchem man sie gewöhnlich zu finden geglaubt hat. Es ist allerdings nämlich ganz richtig, dass die Galle unmittelbar zur Tilgung der freien Säure wenig oder nichts beitragen kann, einerseits weil die geringsten Mengen Säure, zu Galle gesetzt, diese schon sauer machen, andrerseits aber, weil wir den Chymus im Darme noch sauer finden, nachdem sich ihm längst Galle beigemischt hat. Allein das Verhältniss scheint uns dieses: das Alkali der Galle, d. h. das an die harzigen und fettigen Säuren gebundene, muss sich mit den stärkern Säuren des Chymus: Salzsäure, Milchsäure, Buttersäure verbinden; jene harzigen Gallensäuren werden ausgeschieden, und erhalten dem Chymus noch so lange die Reaction auf Lackmus, als sie sich nicht in die unlöslichen ihrer Paarlinge beraubten harzigen Säuren oder Dyslysin zersezt haben. Die Galle trägt also allerdings in gewisser Hinsicht etwas zur Tilgung der im Chymus enthaltenen freien Säuren bei; das Nähere werden wir unter „Darminhalt" in Betracht ziehen.

Eben so wenig möchte eine andere Ansicht über den Nutzen der Galle im Darme etwa gänzlich zu verwerfen sein; *Haller* hat wohl zuerst der Galle die Fähigkeit zugeschrieben, *Fett aufzulösen;* diese Fähigkeit besitzt die Galle indessen nur in geringem Grade, obwohl sie ein Bestandtheil derselben, das taurocholsaure Natron, nach *Strecker* aller-

dings besitzt. Mehr wird aber wohl die Galle als viscide Flüssigkeit auf feinere Vertheilung des Fettes hinwirken; allein auch in dieser Eigenschaft wird sie von andern Flüssigkeiten übertroffen. Man möchte daher mit *Frerichs* glauben, dass die Galle wenigstens im Verein mit dem pankreatischen Safte zu der feinern Vertheilung der Fette beitrage und somit deren Resorption bedeutend erleichtere; damit würde auch die Erfahrung mehrerer frühern Experimentatoren übereinstimmen, die nach Unterbindung des Ductus choledochus keinen milchigen (fetthaltigen), sondern einen fast limpiden Chylus gefunden zu haben glaubten. *Bidder* und *Schmidt* konnten dagegen bei den (weiter unten näher beschriebenen Versuchen) durchaus keinen Unterschied in der Injection der Chylusgefässe und der Trübung des Chylus wahrnehmen, mochten sie den Thieren Fett in den Darmkanal gebracht haben mit oder ohne Gallenausschluss.

Man hat (besonders *Hünefeld*[1]) der Galle ein grosses *Lösungsvermögen für Chymusstoffe* überhaupt zugeschrieben, allein weder Stärkmehl noch geronnene Proteïnkörper noch sonstige Bestandtheile des Chymus werden, wenn man sie auch längere Zeit mit frischer Galle digerirt, nicht wesentlich von derselben verändert; ja man beobachtet in der Regel nicht eher eine Veränderung der betreffenden Substanzen, als bis durch den Gallenschleim bereits der Fäulnissprocess eingeleitet ist. Dagegen dürfte wohl das mit der Galle ergossene Wasser als Lösungsmittel für die löslichen Chymusstoffe nicht zu übersehen sein; wir haben oben gesehen, dass das Blut der Lebervene immer viel ärmer an Wasser ist, als das der Pfortader und dass das letztere oft gerade ausserordentlich viel Wasser enthält; dieses Wasser muss den ,,Spaziergang" aus den Darmvenen in die Pfortader und aus dieser durch die Leber- und Gallengänge zurück in den Darm nothwendiger Weise öfter wiederholen und so zur allmäligen Auslaugung des Chymus um so mehr beitragen, als eben dieses Wasser (durch Unlöslichwerden der Gallensäuren) im Darme immer die von der Leber her gelösten Substanzen wieder verliert. Dieses Wasser ist also verschieden befrachtet, je nachdem es von der Leber zum Darme, oder vom Darme zur Leber fliesst; will man ein Bild, so kann man sagen, dieses Wasser durchläuft zwei verschiedene Colatorien, von denen jedes nur für besondere Stoffe permeabel ist.

Man hat ferner der Galle eine generelle chemische Einwirkung

1) *Hünefeld,* Chemie u. Medicin. S. 105.

auf den Darminhalt zugeschrieben, ist aber dabei zu direct entgegengesetzten Ansichten gelangt. Einige behaupteten nämlich, die Galle wirke *antiseptisch* auf die zur Zersetzung geneigten Bestandtheile des Darminhalts, während andre dagegen der Galle gerade die Fähigkeit zuschrieben, *der Metamorphose* jener Stoffe durch ihre eigne Zersetzung *eine bestimmte Richtung* zu ertheilen. Will man sich mit solchen allgemeinen Anschauungsweisen begnügen, so ist wenigstens die erste nicht haltbar; reine Galle kann allerdings auf leicht zersetzbare Stoffe, wie Fleisch u. s. w. antiseptisch wirken; allein in den Darmkanal wird nicht reine, sondern schleimhaltige Galle ergossen, die zur Zersetzung selbst sehr geneigt ist und im Darme sich wirklich zersetzt, wie die einfachste Beobachtung lehrt. Daher könnte man höchstens der zweiten seinen Beifall geben, wornach durch die Galle als eigenthümliches Ferment der Umwandlung der Nahrungsstoffe ein bestimmter Typus ertheilt werden soll. Allein bekennen wir offen, dass die Annahme von *Fermentwirkungen* immer das Zeichen unsrer positiven Unwissenheit über den bezüglichen Process ist. Gehen wir daher zu dem specielleren Nachweise von Umwandlungen über, die durch die Galle in einzelnen Bestandtheilen des Chymus hervorgerufen werden sollen.

Es darf aber trotzdem keineswegs in Abrede gestellt werden, dass die Darmcontenta, wenn sich ihnen keine Galle beimischt, sehr leicht in faulige Zersetzung übergehen; wenigstens findet man nach Unterbindung des Gallengangs bei Thieren (*Frerichs*) ebensowohl als zuweilen bei Icterischen die Darmcontenta in einen vollkommen putriden Zustand übergegangen. *Frerichs* fand sogar darin jenen mit Salpetersäure eine rosenrothe Färbung gebenden Stoff, welchen *Bopp* unter den Fäulnissproducten der eiweissartigen Körper entdeckt hat. Indessen dürfte auch dieses Moment für den Verdauungsprocess nicht von grossem Belang sein, da Thiere, denen man nach *Schwann* oder *Blondlot* den Gallengang unterbunden und die Galle durch eine künstliche Fistel nach aussen ableitete, monatelang unter Entleerung normaler Excremente bestehen konnten.

Die von *H. Meckel* concipirte Ansicht: durch Galle werde Zucker in Fett verwandelt, ist von verschiedenen Seiten widerlegt und von ihm selbst wohl jetzt zurückgenommen worden.

Meckel digerirte Galle mit Zucker und fand nach der Digestion in der Galle mehr Aetherextract, als in nicht mit Zucker digerirter Galle; die Ursache des Irrthums ist leicht zu errathen; Aetherextract ist kein Fett; durch Zucker wird die Umwandlung der schleimhaltigen Galle beschleunigt; es bilden sich die stickstofffreien harzigen Säuren (die in Aether nicht unlöslich sind) bei Gegenwart von Zucker schneller und in grösserer Menge, wie ohne Zucker.

Prout meinte, dass durch Galle die verdauten Proteïnkörper in

coagulables Eiweiss verwandelt würden, und *Scherer*[1]) meinte durch einen ingeniösen Versuch jene Behauptung bestätigt zu haben; *Frerichs*[2]) endlich hat Chymusfiltrat durch Galle mehrmals in der Hitze gerinnbar werden sehen. Diese Versuche, obwohl nicht im geringsten an ihrer Richtigkeit zu zweifeln ist, dürften doch nicht ganz beweiskräftig sein, da wenigstens objectiv schwer zu erweisen ist, dass einerseits alles bereits vorhandene und nur an seiner Coagulirbarkeit verhinderte Eiweiss vorher aus dem Chymus entfernt war, und dass andrerseits die Trübung der gemengten Flüssigkeit nicht durch gegenseitige Zersetzungen einzelner Stoffe, sondern durch wahrhafte Coagulation von Albumin durch Hitze oder Caseïn durch Essigsäure bedingt sei. Aus den von mir möglichst rein dargestellten Peptonen von Albumin, Fibrin oder Caseïn konnte ich weder durch Galle noch durch andere Mittel (trotz vielfach abgeänderter Verhältnisse) eine durch Hitze oder Essigsäure coagulable Materie darstellen. *Frerichs* legt selbst keinen grossen Werth auf diese Albuminreproduction durch Galle, indem er bemerkt, dass ja nur der geringere Theil der durch den Magensaft gelösten Ingesta in den Darmkanal gelange, der bei weitem grössere aber vom Magen aus direct ins Blut übergehe und also der Einwirkung der Galle gar nicht unterworfen werde.

Scherer brachte durch Magensaft aufgelöstes Muskelfleisch mit Galle in ein Stück ausgewaschenen Dünndarms, band dessen beide Enden zu, und hing es einige Zeit bei höherer Temperatur in destillirtem Wasser auf; er fand nach einiger Zeit coagulables Eiweiss in dem den Darm umgebenden Wasser. Hier könnte wohl, wie schon *Valentin* bemerkt, noch aus den Gefässen und Drüschen des obwohl mit Wasser abgewaschenen Dünndarms doch noch etwas Albumin ausgezogen worden sein.

Auch die von *Schwann*[3]), *Blondlot*[4]), *H. Nasse*[5]) und *Bidder* und *Schmidt*[6]) an Thieren unter Anlegung von Gallenblasenfisteln (die alle secernirte Galle nach aussen ableiteten) angestellten Versuche, welche die genannten Experimentatoren zu den entgegengesetzten Ansichten führten, beweisen nicht, dass die Galle von s e h r grossem Einfluss auf das Verdauungsgeschäft sei. Wenn Thiere 2 bis 3 Monate, ja ein halbes Jahr lang ohne Aufnahme von Galle in den Darmkanal leben können, so dürfte die Function dieser Flüssigkeit bei der Ver-

1) *Scherer,* Ann. d. Ch. u Pharm. Bd. 40. S. 9.
2) *Frerichs,* R. Wagn. Wörterb. Verdauung. Bd. 3. S. 836.
3) *Schwann,* Müller's Arch. 1844. S 127.
4) *Blondlot,* Essai sur les fonctions du foie et de ses annexes. Paris 1846.
5) *H. Nasse,* Wagner's Wörterb. Bd. 3. S. 837.
6) *Bidder* und *Schmidt,* Privatmittheilung.

dauung wenigstens eine sehr beschränkte, vielleicht nur eine indirecte sein, und diess geht auch aus *Bidder's* und *Schmidt's* ebenso genauen als scharfsinnig durchgeführten Untersuchungen hervor; die Gallensecretion erreicht nämlich erst, wie oben erwähnt, in der 10. Stunde nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln ihren Höhepunkt, also zu einer Zeit, wo bei weitem der grösste Theil der Ingesta längst das Duodenum passirt hat; die Galle kommt also viel zu spät in den Dünndarm, als dass sie hier noch von grossem Einflusse auf die Umwandlung des Speisebreis sein könnte. Die Gallensecretion steht aber hiernach in einem bestimmten Verhältnisse zur Verdauung, jedoch in einem solchen, dass man sie eher für einen Effect, für eine Folge des Verdauungsprocesses als für ein Vermittlungsglied desselben betrachten möchte.

Wir werden hierdurch unmittelbar auf die von uns oben vielfach berührte Ansicht zurückgelenkt, wornach die wichtigste Function der Leber die Bildung oder wenigstens Verjüngung von Blutkörperchen ist, eine Ansicht, die bekanntlich schon längst von meinem verehrten Lehrer *E. H. Weber* und auch von *Köllicker* durch zahlreiche histologische Untersuchungen an Fötuslebern und Fötusblut, so wie an Froschlebern im Frühlinge mehr als wahrscheinlich geworden ist. Obgleich wir später unter „Blut" auf die verschiedenen Ansichten über die Entstehung der Blutzellen und die verschiedenen Orte, an welchen sie gebildet werden können, ausführlicher eingehen werden: so dürfte es doch hier des nähern Verständnisses halber nicht ganz unpassend sein, die Gründe für die oben angedeutete Ansicht kurz zusammenzustellen. Da uns selbst mancher physiologischen Gründe halber die Behauptung, die Leber sei eine permanente Bildungsstätte für Blutzellen, etwas paradox erscheint, so lassen wir die Thatsachen, die sich in den unmittelbaren Ergebnissen unserer vergleichenden Analysen beider Blutarten darstellen, ganz für sich selbst sprechen.

Das Lebervenenblut enthält eine weit grössere Anzahl *farbloser Blutzellen* (sg. Lymphkörperchen) als das Pfortaderblut. Auch in letzterem finden sich farblose Zellen, jedoch sehr vereinzelt, nur hie und da zu zweien oder dreien; dieselben sind von ziemlich gleicher Grösse, sehr grob granulirt, wie mit Körnchen bestreut und zeigen auf Zusatz von Essigsäure einen zwei- und dreitheiligen Kern; ganz anders dagegen die des Lebervenenblutes: nach ungefährer Schätzung übertrifft ihre Zahl die der farblosen Zellen im Pfortaderblute wenigstens um das fünffache; an Grösse sind sie aber ausserordentlich verschieden, schwankend zwischen $\frac{1}{306}$ und $\frac{1}{180}$ $'''$; sie sind mei-

STAATSBIBLIOTHEK BAMBERG

stens sehr matt contourirt durchscheinend, wenig granulirt, oft farblosen Dotterblasen gleichend; die kleinern sind meist etwas schärfer contourirt und zeigen Tüpfelchen auf ihrer Oberfläche, in Wasser quellen namentlich die grössern stark auf, erscheinen aber bei einem gewissen Grade der Verdünnung wie collabirt; sie bilden dann dunkle unter den Hüllen der gefärbten Blutkörperchen stark hervorstehende, granulirte Klümpchen; die grössern farblosen Zellen quellen auf Zusatz von Essigsäure sehr stark auf und lassen einen einfachen, grossen, linsenförmigen, excentrischen Nucleus erkennen. Uebrigens liegen diese farblosen Zellen von der verschiedensten Grösse meist in Gruppen von 5, 6 und 7 Stück zusammen.

Da wir unter „Blut" auf die farblosen Zellen ausführlicher zurückkommen müssen, und auch dort die Gründe für die Entstehung der rothen Blutzellen aus den farblosen ohnediess beleuchten werden, so wird an dieser Stelle die einfache Relation unsrer Beobachtungen über diese Zellen wohl genügen, um auch von dieser Seite her der Leber die Anwartschaft auf die Blutbildung zu vindiciren.

Die rothen Zellen des Lebervenenblutes sind durchaus verschieden von denen des Pfortaderblutes; was zunächst ihre Gruppirung betrifft, so fand ich sie im Pfortaderblute sehr oft (namentlich 5 St. nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln bei Pferden) geldrollenförmig gruppirt, während im Lebervenenblute niemals eine Spur einer stäbchenförmigen Aufreihung und Verästelung gefunden wurde; hier waren sie auch zusammengelagert, jedoch in unregelmässigen Haufen; über die eigenthümliche *Färbung*, das gefleckte Ansehen und die unregelmässigen *Formen* der gefärbten Zellen des Pfortaderblutes sind wir schon durch die schöne Untersuchung *Fr. Chr. Schmid's* unterrichtet worden; etwas dem ähnliches war in den entsprechenden Zellen des Lebervenenblutes niemals zu entdecken; sie waren scharf contourirt und zeigten die centrale Depression nur in geringem Grade, indessen war sie noch wahrnehmbar.

Besonders verschieden zeigt sich die chemische Beschaffenheit der *Hüllen* der gefärbten Zellen in beiden Blutarten, vorzüglich aber in ihrem Verhalten zu Wasser. Die farbigen Zellen gewöhnlichen Blutes verschwinden dem Auge unter dem Mikroskop fast gänzlich bei starker Verdünnung mit Wasser; diess ist auch beim Pfortaderblute der Fall, obwohl auch hier, wie bei jedem andern Blute, ein geringer Theil von farbigen Blutzellen oder vielmehr von deren Hüllen noch sichtbar bleibt. Ganz anders dagegen im Lebervenenblute; wird dieses mit der 30- ja 50fachen Menge Wasser verdünnt, so wer-

den die Blutkörperchen allerdings auch verändert, d. h. sie werden blass, quellen auf, der Farbstoff wird ihnen entzogen und sie rücken zusammen, indem sie Häute bilden, die unter dem Mikroskope geschuppten Schlangenpanzern gleichen. Es ist schon oben erwähnt worden, dass man diese entfärbten Blutzellen des Lebervenenblutes früher für Fibrin gehalten hat, allein man kann sich leicht ebensowohl durch das Mikroskop von der fast vollständigen Abwesenheit des Fibrins im Lebervenencruor, als durch folgenden Versuch von der Richtigkeit dieser Ansicht und der grossen Zahl solcher unzerstörbaren Blutkörperchen im Lebervenenblute überzeugen. Mischt man vom Blutkuchen abgepresste Flüssigkeit mit der 20fachen Menge Wasser, so wird sich aus dem Pfortaderblute, wie aus dem jeder andern Vene ein geringer flockiger Absatz bilden, in dem unter dem Mikroskop die Fetzen conglomerirter Blutzellenhüllen zu erkennen sind; behandelt man dagegen ein gleiches Volumen durchgeseihten Cruors von Lebervenenblute ebenfalls mit der 20fachen Menge Wasser, so wird der flockige Niederschlag ein 6- bis 8mal grösseres Volumen einnehmen, als im nebenstehenden Versuche (obgleich ein gleiches Volumen solchen fibrinfreien Cruors beim Lebervenenblute die Hälfte mehr Serum eingeschlossen enthält, als bei jedem andern Blute); aus dem Pfortadercruor erhielt ich auf diese Weise nach dem sorgfältigsten Auswaschen und Auskochen mit Alkohol 0,245% solcher Hüllenmembranen; aus dem Lebervenenblute dagegen 1,98 bis 2,43%. Diese Hüllenmembran war in Salpeterwasser vollkommen unlöslich (selbst nach 48stündiger Digestion bei 35°); Schwefelgehalt war in ihr durch Kochen mit Kalilösung u. s. w. nicht zu entdecken.

Wenn dieses Verhalten der Hüllen der gefärbten Zellen des Lebervenenblutes dafür spricht, dass wir es hier mit einer Ueberzahl neugebildeter oder verjüngter Blutkörperchen zu thun haben, so wird durch einen Vergleich des I n h a l t e s der Blutkörperchen des einen Blutes mit denen des andern der Beweis für die Neubildung von Blutzellen in der Leber noch vollkommen erhärtet. Es findet sich in den Zellen des Lebervenenblutes bei weitem weniger Hämatin, als in denen des Pfortaderblutes; denn durchschnittlich enthalten 180 grm. feuchter Zellen des Lebervenenblutes kaum so viel Eisen, wie 100 grm. des Pfortaderbluts. Dagegen ist in den Blutzellen des Lebervenenblutes mehr Globulin oder coagulable Materie überhaupt, so wie auch mehr Chlorkalium enthalten, als in denen der Pfortader, aber erheblich weniger Fett.

Im Lebervenenblute fehlt das Fibrin entweder gänzlich oder findet sich nur in Spuren, während gleichzeitig im Pfortaderblute oft ein ganz normales sich stark contrahirendes Fibrin gefunden wird.

Das Serum hat im Blute der Lebervene im Verhältniss zu dem der Pfortader ausserordentlich abgenommen; wenn im Blute der letztern auf 100 Körperchen 70 Serum kommen, so kommen im Blute der ersteren auf 100 Zellen nur 32 Th. Serum; ist das Pfortaderblut zufällig wasserreicher, so dass z. B. auf 100 Zellen 287 Th. Serum kommen, so werden im Blute der Lebervene neben 100 Zellen nur noch 73 Th. Serum enthalten sein.

Das Serum der Lebervene ist zwar concentrirter als das der Pfortader, vergleicht man aber genauer das eine mit dem andern, so finden wir im ersteren eine relative und absolute *Abnahme des Albumins* (so dass in 1000 Th. Lebervenenblutserum ein volles Drittel weniger Albumin enthalten ist, als in 1000 Th. Pfortaderblutserum), während dagegen, wie erwähnt, das Globulin in den Blutzellen relativ und absolut zugenommen hatte. An *Phosphaten*, *Chlorverbindungen* und *Kalisalzen* hat das Serum im Lebervenenblute abgenommen, während in den Blutzellen desselben Blutes eine Zunahme zu bemerken ist. *Zucker* findet sich relativ und absolut mehr im Serum des Lebervenenbluts als in dem der Pfortader.

Dürften wir nach diesen Thatsachen die Leber als eine Bildungsstätte der Blutkörperchen betrachten, bei welchen gewisse Residuen dieses Processes gleichzeitig aus dem Blute vollkommen eliminirt werden und unter der Form von Galle in den Ausführungsgängen der Drüse erscheinen: so wird uns die oben erwähnte Erfahrung *Bidder's* und *Schmidt's* nicht mehr Wunder nehmen. Dass erst 10 Stunden nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln die Gallenausscheidung ihren Höhepunkt erreicht, wird leicht erklärlich, wenn wir uns an die grosse Langsamkeit des Blutlaufs in den Lebercapillaren erinnern und dabei in Erwägung ziehen, dass die Bildung oder Verjüngung der Blutzellen gewiss einige Zeit in Anspruch nehmen wird, ehe diese so vollendet sind, wie sie aus der Leber durch die Venen wieder hervorgehen, und dass die Nebenproducte (die Gallenstoffe) natürlich nicht füglich eher ausgeschieden werden können, als bis eben jener Hauptprocess fast zu Ende geführt ist. Es ist dann nicht mehr wunderbar, dass gerade während des Fötallebens die Leber ein so bedeutendes relatives Volumen besitzt, dass das Blut des Fötus weit reicher an

Blutkörperchen ist, als des Erwachsenen (*Poggiale*[1]), und dass selbst zu dieser Zeit, wo nichts im Darme zu verdauen ist, sich Galle in denselben ergiesst. Es ist ferner, sobald diese Ansicht die richtige ist, recht wohl erklärlich, warum man bei Leberaffectionen besonders in Folge von Metallgiften (die sich bekanntlich hauptsächlich in der Leber abzulagern pflegen) so häufig die Zahl der Zellen im Blute sich erheblich vermindern sieht.

Ist die Galle nur ein Nebenproduct der Blutzellenbildung in der Leber, so darf es uns nicht Wunder nehmen, dass die Thiere in *Schwann's* und *Blondlot's* Versuchen noch so lange Zeit leben konnten ohne beträchtliche Störungen der Verdauung und des allgemeinen Gesundheitszustandes. Wenn aber trotzdem diese Thiere bei vollkommen abgeschlossenem Zutritt der Galle zum Darme endlich zu Grunde gingen, so kann diese Erfahrung zwar von der Einwirkung unbeachteter oder unbegriffener Nebenumstände (Auflecken der Galle durch die Thiere und demzufolge Störung der Magenverdauung und ähnliche Umstände) bedingt sein: allein mehrere der oben hervorgehobenen Momente beweisen, dass die Galle auch im Darme noch gewisse Zwecke verrichtet, die ohne sie vielleicht nicht so schnell und so vollkommen erreicht werden: z. B. feinere Vertheilung des Fettes der Ingesta, Hemmung fauliger Zersetzung des Chymus, sorgfältiges Auslaugen desselben, Sättigung der vom Magen aus in den Darm gelangten stärkern Säuren. Jedes einzelne dieser Momente würde wohl nicht von der Bedeutung sein, um das Leben des Organismus zu beeinträchtigen, allein in ihrer Gesammtheit können sie doch durch die längere Fortdauer solche Störungen im Stoffwechsel hervorrufen, dass das Leben allmählig untergraben wird. Wenn daher der Mangel an Galle im Darme auch nicht direct störend auf die Lebensprocesse einwirkt, so kann er doch indirect den Organismus dem Untergange zuführen, gleich wie wir bei oft sehr geringen mechanischen Fehlern (der Klappen u. dergl.) im Kreislaufe Störungen entstehen sehen, die nur höchst indirect und erst nach Jahren das Leben gefährden.

Wir haben endlich noch eines an sich ebenfalls nicht sehr erheblichen Grundes Erwähnung zu thun, der gegen die sg. excrementitielle Natur spricht und zum Theil auch den Nachtheil erklärt, der allmählig eintritt, wenn die Galle dem Darme gänzlich entzogen wird. Dieser Grund liegt nämlich in der von *Liebig* insbesondere hervorgeho-

1) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25. p. 198—201.

benen Resorbirbarkeit gewisser Gallenbestandtheile. Es ist bereits oben erwähnt, dass wir zwar weder im Chylus noch im Pfortaderblute Spuren resorbirter Galle nachzuweisen im Stande gewesen sind, dass aber eine sorgfältige Untersuchung des Darminhalts in verschiedenen Strecken des ganzen Darmtractus von oben nach unten fast nothwendig zu der Ansicht führt: es müsse ein nicht geringer Theil der Galle im Verlaufe des Darmes wieder aufgesogen werden und in die allgemeine Säftemasse zurückgehen. Dünkt uns auch ein „Spaziergang" der Galle von der Leber durch den Darm und von da zurück in die Leber für den ersten Blick unzweckmässig oder überflüssig, so dürfen doch wohl teleologische Gründe uns nicht abhalten, positive Thatsachen anzuerkennen, zumal da wir noch weit davon entfernt sind, die Zwecke der Natur oder ihre Einrichtungen meistern zu können. Von den Gallenbestandtheilen wird ausser den löslichen Salzen insbesondere die ihrer Paarlinge entledigte Cholsäure resorbirt. Geht diese Säure nach den von uns oben angestellten Erörterungen aus Fett und Zucker oder auch nur aus Fett hervor, so würde es teleologisch ebenfalls unklar sein, warum diese wichtigen Nährstoffe oder Respirationsmittel kaum aufgenommen wieder an die Aussenwelt abgegeben werden sollten. Möge aber die Cholsäure aus Fett hervorgehen oder nicht, so hat sie doch keineswegs die chemische Constitution, welche wir sonst an den wahrhaft excrementitiellen Stoffen wahrzunehmen pflegen. Wir haben bereits (im 1. Th. S. 30) bei der generellen Betrachtung der thierischen Substrate des Axioms Erwähnung gethan, dass die chemischen Qualitäten eines Körpers stets seinen physiologischen entsprechen müssen. Nun steht aber die Cholsäure nach ihren chemischen Qualitäten und besonders nach den Zahlenverhältnissen ihrer atomistischen Zusammensetzung den eigentlichen Nährstoffen und Respirationsmitteln sehr nahe, ja ganz gleich; denn Zucker, Dextrin, Milchsäure sind weit minder complexe Stoffe, weit mehr oxydirt, weit kohlenstoffärmer als Cholsäure, und doch zweifelt wohl Niemand an deren physiologischem Werth für die Ernährung und den Stoffwechsel. Es ist nicht einzusehen, warum die Cholsäure eine so auffallende Ausnahme von der Regel machen sollte. Geben wir aber auch selbst dem teleologischen Einwande Gehör, wornach es unpasslich erscheinen dürfte, dass dieser Stoff erst aus dem Blute entfernt würde, um wieder in das Blut aufgenommen zu werden, so entgegnen wir dem, dass auch viele nützliche oder unnütze Stoffe von den Speicheldrüsen, von den Labdrüsen (wie das vom Zucker,

Jodkalium, Ammoniaksalzen nachgewiesen ist) aus dem Blute wiederholt ausgeschieden und immer wieder von demselben aufgenommen werden. Bei dem wiederholten Durchgange des Jodkaliums durch die Speicheldrüsen wird wohl Niemand daran zweifeln, dass die jenen Organen eigenthümlichen Transsudationsverhältnisse an dieser Erscheinung schuld sind. Wir können aber nicht wissen, welche mechanischen oder chemischen Bedingungen in der Leber neben der Blutzellenbildung eine Ausscheidung der Cholsäure nach den Gallencanälchen hin nothwendig machen. Die Wiederaufsaugung der Gallensäure im Darme dürfte also eben so wenig etwas unnatürliches oder vernunftwidriges sein, als die Resorption des mit der Galle ausgeschiedenen Chlornatriums. Die besondern Zwecke, welche die Natur durch die Resorption der Gallensäure verfolgt, vermögen wir ebensowenig zu errathen, als wir die Umwandlungen kennen, welche die resorbirte Galle in den Lymphgefässen oder im Blute sehr bald zu erleiden scheint. Bleibt uns daher nichts weiter übrig, als anzunehmen, dass die resorbirte Cholsäure auch ihren Theil zur Erwärmung des Thierkörpers (als ein bereits im Organismus etwas verarbeitetes Respirationsmittel) beitrage, so wird es uns von Neuem erklärlich, warum völliger Abschluss der Galle von dem Darme (in *Schwann's* Versuchen), obwohl höchst allmählig, das Gesammtleben der Thiere beeinträchtigen konnte.

Pankreatischer Saft.

Während bis auf die neueste Zeit selbst nach den sorgfältigen Untersuchungen *Tiedemann's* und *Gmelin's*[1]) so wie *Leuret's* und *Lassaigne's*[2]) der pankreatische Saft noch zu den räthselhaftesten Flüssigkeiten des thierischen Körpers gehörte: ist jüngst mit einem Male die chemische Natur dieser Flüssigkeit und die physiologische Function derselben das Object mehrerer vortrefflichen Arbeiten geworden. *Cl. Bernard*[3]), *Frerichs*[4]) und zuletzt *Bidder* und *Schmidt*[5]) haben, ob-

1) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung nach Versuchen. Bd. 1. S. 28.
2) *Leuret* und *Lassaigne*, Recherch phys. et chim. pour servir à l'histoire de la digestion. Paris 1825. p. 104—108.
3) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de Médecine. 4 Ser. T. 19. p. 68—87.
4) *Frerichs*, R. Wagner's Wörterb. Bd. 3. Abth. 1. S. 842—849.
5) *C. Schmidt*, Privatmittheilung.

wohl nicht ganz übereinstimmend, doch so entschiedene und zuverlässige Resultate ihrer Untersuchungen erhalten, dass die Function der Bauchspeicheldrüse jetzt mehr ins Klare gebracht worden ist, als selbst die der Leber.

Der pankreatische Saft ist eine farblose, klare, nur wenig fadenziehende Flüssigkeit, ohne Geschmack und Geruch, spec. Gewicht = 1,008 bis 1,009 von alkalischer Reaction, bildet beim Erhitzen nur ein unbedeutendes Gerinnsel, ebenso auf Zusatz von Säuren und Alkohol nur eine geringe Trübung; dieses Secret ist so leicht zersetzbar, dass es schon nach wenigen Stunden an der Luft deutlichen Fäulnissgeruch entwickelt. *Frerichs* fand im Bauchspeichel eines Esels 1,36 % und in dem eines Hundes 1,62 % fester Bestandtheile.

Wir führten hier die Eigenschaften dieser Flüssigkeit nach *Frerichs* an, die wir bei einem Versuche an einem grossen Fleischerhunde bestätigen konnten; auch die Beschreibung *Leuret's* und *Lassaigne's* stimmt hiermit ziemlich überein; dagegen fand *Cl. Bernard* (wie zum Theil früher schon *Tiedemann* und *Gmelin*) die Flüssigkeit sehr zäh und fadenziehend und so reich an einer coagulabeln Substanz, dass beim Erhitzen die ganze Flüssigkeit erstarrte; dem entsprechend waren die Niederschläge durch Alkohol, Säuren und Metallsalze sehr bedeutend. Nach *Bernard* wird ein so dünnflüssiger Bauchspeichel, wie der oben beschriebene, nur abgesondert, wenn die Drüse nach dem operativen Eingriffe bereits in Entzündung übergegangen ist; allein da schon unmittelbar nach der Operation ein dünnflüssiger, an coagulabler Materie armer Saft abgesondert wird, so muss die Erfahrung von *Bernard* wohl auf einem andern Umstande beruhen und die dünnflüssige Beschaffenheit des Saftes kann kaum von einer krankhaften Affection der betreffenden Drüse abgeleitet werden.

Um den pankreatischen Saft zu gewinnen, muss man das zu benutzende Thier vorher füttern und dann einen 2 bis 3 " langen Einschnitt in der Linea alba machen, nach Eröffnung der Bauchhöhle das Duodenum aufsuchen; dessen herabsteigender Theil wird alsdann (nach *Frerichs*) geöffnet und darin die Mündungsstelle des Wirsung'schen Ganges gesucht; mündet der Gallengang, wie beim Menschen, an gleicher Stelle mit dem pankreatischen Gange, so ist der Vorsicht halber ersterer zu unterbinden, dann aber vom Darme aus in den letztern eine feine silberne Canüle einzuführen, um durch diese reinen Saft zu erhalten.

Cl. Bernard suchte sich den Bauchspeichel zu verschaffen, indem er eine Fistel des Wirsung'schen Ganges herstellte; er durchschnitt zu dem Zwecke den Wirsung'schen Gang nahe an seiner Einmündungsstelle in das Duodenum und zog das abgeschnittene Ende nach den Bauchdecken, an welchen er es durch Suturen befestigte.

Der pankreatische Saft enthält als Hauptbestandtheil einen *eiweissartigen oder caseïnähnlichen Stoff*, welcher jedoch weder mit dem Natronalbuminat, noch mit dem Caseïn, noch mit dem Speichelstoff vollkommen identisch ist. Er gerinnt in der Hitze (wahrscheinlich je nach dem Gehalte an Alkali) nur unvollkommen, wird durch Essigsäure präcipitirt, im Ueberschuss derselben langsam und zwar erst beim Erwährmen wieder aufgelöst; durch Kaliumeisencyanür wird er aus der essigsauren Lösung gefällt; Salpetersäure schlägt ihn nieder und färbt ihn beim Kochen, namentlich auf Ammoniakzusatz, intensiv gelb; auf Zusatz von Chlorwasser scheidet er sich in graulichen Flocken ab; durch Alkohol wird er gefällt, löst sich aber nach *Bernard* alsdann leicht wieder in Wasser auf. *Frerichs* fand von diesem Stoffe im Bauchspeichel eines Esels 0,309 %. Diese Substanz ist es übrigens, welcher der pankreatische Saft seine hauptsächlichsten chemischen und physiologischen Eigenschaften verdankt.

Ein *butterartiges Fett* fand *Bernard* in grösserer, *Frerichs* in geringerer Menge (0,026 %).

Die Zahl der in *Alkohol löslichen organischen Materie* betrug im Bauchspeichel des Esels nur 0,015 %.

Rhodanverbindungen wurden von *Frerichs* ebensowenig als von *Bernard* gefunden,

An *Mineralstoffen* (durch Einäschern bestimmt) fand *Frerichs* in dem Secrete des Esels 1,01 %, darunter 0,12 % unlösliche, d. i. kohlensaure und phosphorsaure Kalk- und Talkerde und 0,89 % lösliche, bestehend aus Chlornatrium, phosphorsauren und schwefelsauren Alkalien.

Was die quantitativen Verhältnisse der Absonderung betrifft, so lassen sich diese nicht mit einiger Genauigkeit bestimmen, da der operative Eingriff, der zur Beobachtung der Secretion nöthig ist, zu umstimmend auf die physiologischen Verhältnisse einwirken muss. Nach *Frerichs*' Erfahrungen steht nur so viel fest, dass blos während der Verdauung pankreatischer Saft abgeschieden wird. Im Zustande der Abstinenz fand *Frerichs* die Drüse blass und blutarm und den Wirsung'schen Gang leer.

Frerichs sammelte bei einem Esel in 3/4 Stunden während der Verdauung 25 grm., bei einem Jagdhunde in 25 Minuten nur 3 grm.; *Bernard* bei einem grossen Hunde in 1 St. 8 grm., nach Eintritt der Entzündung aber stündlich 16 grm. Ueberhaupt fand *Bernard*, dass im letztern Falle immer mehr pankreatischer Saft abfloss, dieser aber nicht, wie vorher, gerinnbar und zähflüssig war.

Krankheiten des Pankreas kommen bekanntlich höchst selten vor; ein einziges Mal fand ich im Wirsung'schen Gange ein Concrement, welches alle Charactere eines Proteïnkörpers zeigte, aber im Gegensatz zu den bekannteren Speichelconcrementen sehr wenig kohlensauren und phosphorsauren Kalk so wie überhaupt wenig Asche lieferte.

Was die Bedeutung des pankreatischen Saftes für die Verdauung betrifft, so ist dieselbe zuerst von *Valentin* erkannt worden; dieselbe besteht nämlich darin, das durch den Speichel nicht metamorphosirte, ins Duodenum gelangte, Stärkmehl in Zucker umzuwandeln. *Valentin* stützte sich auf die Thatsache, dass pflanzenfressende Thiere in der Regel ein weit stärker entwickeltes Pankreas besitzen, als fleischfressende, und überzeugte sich, dass der ausgepresste Saft oder ein Infusum der zerschnittenen Drüse die Fähigkeit, Stärkmehl in Zucker zu verwandeln, in hohem Grade besitze. *Bouchardat* und *Sandras*[1]) fanden, dass der aus dem Wirsung'schen Gange von Hühnern oder Gänsen entlehnte Saft jene Eigenschaft habe, dieselbe aber durch Erhitzen auf 100° verliere. Sie wiesen ferner nach, dass namentlich der durch Alkohol fällbaren und dann in Wasser wieder auflöslichen stickstoffhaltigen oder eiweissartigen Substanz jene Fähigkeit eigenthümlich ist. In neuester Zeit ist dieser Gegenstand durch die oft erwähnten Untersuchungen von *Cl. Bernard*, von *Frerichs* so wie von *Bidder* und *Schmidt* mit der grössten, wissenschaftlichen Sicherheit erforscht und insbesondre noch dargethan worden, dass der pankreatische Saft jene zuckerbildende Kraft in weit höherm Grade besitzt als der Speichel.

Bernard vindicirte dem pankreatischen Safte noch eine andere und scheinbar bedeutungsvollere Rolle; derselbe glaubte nämlich gefunden zu haben, dass das Fett lediglich durch Vermittlung des pankreatischen Saftes resorbirbar gemacht und gleichsam verdaut, d. h. in Glycerin und Fettsäure zerlegt werde. Diese, wie es schien, durch schlagende Beweise unterstützte Ansicht ist jedoch durch die zahlreichen und scharfsinnig angestellten Versuche von *Frerichs* einerseits und von *Bidder* und *Schmidt* andrerseits vollständig widerlegt worden.

Bernard's Versuche, welche merkwürdiger Weise von einer Commission der französischen Akademie[2]) bestätigt wurden, beziehen sich auf folgende

1) *Bouchardat* und *Sandras*, Compt. rend. T. 20. p. 1085.

2) Compt. rend. T. 28. p. 960.

Punkte: Es wurden Hunden die beiden Ausführungsgänge des Pankreas unterbunden und diese nachher mit fettreicher Nahrung gefüttert; man fand in den Chylusgefässen keinen milchigen Chylus; das Fett blieb unverändert und wurde als solches noch im Dickdarme gefunden. Noch mehr beweisend für die *Bernard*'sche Ansicht musste folgender Versuch erscheinen: er besteht darin, dass man einem Kaninchen Oel in den Magen injicirt und es dann mit etwas von seiner gewöhnlichen Nahrung füttert; tödtet man es nach 3 bis 4 Stunden, so sollten nach *Bernard* nur d i e Chylusgefässe mit milchigem Chylus erfüllt gefunden werden, welche vom Darme aus unterhalb der Mündungsstelle des Ductus Wirsungianus entspringen. Der Versuch sollte zugleich beweisen, dass die Galle ohne Einfluss auf die Verdauung des Fettes sei, da der Wirsung'sche Gang beim Kaninchen etwas tiefer im Duodenum mündet, als der Gallengang. Endlich sollte der pankreatische Saft seiner Viscidität halber mit Fett geschüttelt, sehr leicht eine Emulsion geben, und das Fett weit länger als jede andere thierische Flüssigkeit in diesem feinzertheilten Zustande erhalten; dabei sollten aber nach Verlauf kurzer Zeit die neutralen Fette in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren zerfallen.

Es ist auffallend, dass auch kein einziger von diesen Versuchen, die doch *Bernard* öfter wiederholt zu haben behauptet, sich nach den sorgfältigsten Beobachtungen von *Frerichs* oder von *Schmidt* und *Bidder* bestätigt gefunden hat. Diese Forscher haben alsbald nach dem Bekanntwerden der *Bernard*'schen Versuche bei Katzen den Pankreasgang unterbunden, dann die Thiere 12 bis 24 St. hungern lassen (so dass präsumtiv kein Pankreassaft mehr im Darme enthalten sein konnte), sie nun mit Milch, fettreichem Fleisch oder Butter gefüttert, und 4 bis 8 Stunden darauf die Thiere getödtet; bei oft wiederholten Versuchen wurde stets die schönste milchige Injection der Chylusgefässe und die Cysterne strotzend von milchigem Chylus gefunden.

Frerichs unterband jungen Hunden und Katzen, die lange Zeit nichts gefressen hatten, den Dünndarm weit unterhalb der Mündung der Gallen- und Pankreasgänge und injicirte unterhalb der Ligatur Milch mit Olivenöl oder Eiweissölemulsion oder reines Olivenöl und fand nach 2 bis 3 St. die Chylusgefässe mit weissem Milchsafte erfüllt. Indessen glaubt doch *Frerichs* gefunden zu haben, dass durch Galle und Bauchspeichel die feine Vertheilung des Fettes und somit dessen Resorption einigermassen befördert werde und schliesst diess aus folgendem Versuche: er durchschnitt bei Katzen, die lange gehungert hatten, den Dünndarm ziemlich in der Mitte, injicirte in beide Hälften Olivenöl und unterband die beiden Darmöffnungen; er fand in diesem Falle die vom obern Theile des Darms entspringenden Chylusgefässe stets weit mehr injicirt, als die vom untern Theile ausgehenden, und leitet diese Wahrnehmung von dem Zutritte der Galle und des Bauchspeichels zu dem Oele im obern Theile des Dünndarms ab, obgleich reiner Pankreassaft ausserhalb des Körpers mit Oel geschüttelt, dieses zwar fein vertheilte, aber bald wieder auf seiner Oberfläche ausschied.

Wir haben bereits im 1. Th. S. 251 bemerkt, dass der betreffende Versuch *Bernard's* durchaus nicht beweisend sei, einerseits weil der Chylus weit weniger Fettsäuren, als die gewöhnlichen neutralen Fette enthalte, andrer-

seits aber, da auch andere thierische Flüssigkeiten, sobald sie in Fäulniss übergehen, eine ähnliche Zerlegung der neutralen Fette bedingen. *Schmidt* und *Bidder*[1]) haben sich aber die Mühe genommen, durch zahlreiche Versuche die Nichtigkeit der *Bernard'*schen Ansicht direct zu erweisen. Bei mit Butter gefütterten Katzen findet sich weder im Darmcontentum, noch im Chylus, noch im Blute, noch in der Galle eine Spur Buttersäure. Die Buttersäurebildung, welche der leichtfaulende Bauchspeichel bei 37° mit Butter nach einigen Stunden bedingt, findet also im Thierkörper nicht statt. *Schmidt* und *Bidder* unterbanden nun das Duodenum oberhalb zwischen Pylorus und der Einmündungsstelle des pankreatischen und Gallenganges und injicirten unmittelbar dahinter noch über den Gängen mittelst einer Pipette geschmolzene Butter; nach 6 bis 8 Stunden enthielten die Darmcontenta in der That etwas Buttersäure; dasselbe fand bei gleichzeitiger Unterbindung des D. choledochus statt. Die Buttersäurebildung durch den Bauchspeichel wird demnach durch den Magensaft verhindert. Der Gegenversuch mit einem Pankreassafte (von einem grossen Hunde) bei 37° ausserhalb des Körpers zeigt, dass der Magensaft hier nur als verdünnte Säure wirkt und mit identischem Erfolg durch gleich verdünnte Milchsäure, Weinsäure, Essigsäure u. s. w. ersetzt werden kann.

Auch den leicht zu wiederholenden Versuch *Bernard's* an Kaninchen, wo die milchige Injection der Chylusgefässe erst unterhalb der Einmündungsstelle des Wirsung'schen Ganges nach Fettfütterung bemerkbar sein soll, habe ich nicht bestätigt gefunden; *Bidder* und *Schmidt* haben aber zugleich den Grund gefunden, weshalb *Bernard* zu jenem Irrthume verleitet worden ist. Sie injicirten nämlich Kaninchen Butter in den Schlund; nach 2 Stunden erschienen die zwischen Pylorus und Pankreasgang entspringenden Chylusgefässe reichlich mit milchigem, sehr f e t t r e i c h e m Chylus erfüllt, wurden die Thiere 4 Stunden nach der Fettaufnahme getödtet, so waren nun die 8 bis 10 Centimeter über dem Gange gelegenen noch erfüllt, nach 6 St. nur die unter der Einmündungsstelle des Pankreasganges, nach 8 bis 10 St. endlich erst die 20 bis 30 Centimeter unter dem Gange befindlichen milchweiss injicirt. *Bernard* muss also die Thiere immer erst 6 bis 8 St. nach der Fettfütterung getödtet haben, um jene Behauptung aufstellen zu können; die Sache ist einfach die, der Chylus war aus den höher liegenden Lymphgefässen bereits weiter gegangen und im Duodenum kein Fett mehr zur Aufnahme vorhanden, als *Bernard* die Untersuchung begann.

Frerichs hat auch eine andere, frühere Behauptung *Bernard's* widerlegt, nämlich die, dass der mit Salzsäure angesäuerte Pankreassaft in Bezug auf geronnene Proteïnkörper die Stelle des Magensafts vertreten könne.

Frerichs ist endlich der Ansicht, dass, da die Zersetzung der Galle durch den pankreatischen Saft sehr beschleunigt wird, diese Eigenschaft für die rasche Unwandlung der Galle in unlösliche zur Resorption unfähige Producte von einiger Bedeutung sei.

1) *Bidder* und *Schmidt* unter Assistenz von *Lenz*, de adipis concoctione et absorptione Diss. inaug. Dorp. Liv 1850 (so eben erst erschienen).

Darmsaft.

Ueber die von den drüsigen Organen der Darmschleimhaut abgesonderten Flüssigkeiten ist unsre Kenntniss sehr gering. Diess liegt zum grossen Theil an der Schwierigkeit, jene Secrete isolirt von Speiseresten oder Secreten der Leber und des Pankreas oder Verdauungsproducten zu erhalten. Während daher früher über diesen Gegenstand mehr subjective Ansichten als objective Thatsachen vorlagen, hat *Frerichs*[1]) auch über diesen Gegenstand einiges Licht verbreitet.

Derselbe hat mit hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen, dass die lenticulären Kapseln, welche theils als solitäre, theils in Haufen als sogenannte Peyer'sche Drüsen im Dünndarme vorkommen, nur wenig zur Bildung des Darmsaftes beitragen; diese linsenförmigen Drüschen sind bekanntlich geschlossene Säcke, welche nur selten und zwar hauptsächlich wohl im pathologischen Zustande platzen und so ihren Inhalt auf die Schleimhaut des Darmes entleeren. *Frerichs* fand im Inhalte dieser Säckchen, wenn dieselben durch das Compressorium ausgepresst waren, eine alkalisch reagirende, durch Essigsäure gerinnbare Flüssigkeit, deren trübe Beschaffenheit von einem Gehalte an Molecularkörnchen und zellenkernähnlichen Formelementen herrührte. Im Typhus und andern Zuständen, die mit Anschwellung der Peyer'schen Plaques und mit Hervortreten der einzelnen kuglichen Kapseln verbunden sind, lässt sich die Richtigkeit jener Angaben sehr leicht bestätigen. Deshalb hält *Frerichs* gewiss mit vollem Rechte die schlauchförmigen Drüsen, wie sie im Dünndarm unter dem Namen der Lieberkühn'schen, im Colon als Dickdarmfollikeln in grössern Dimensionen und grösserer Anzahl vorkommen, für die eigentlichen Absonderungsorgane des Darmsaftes. Die chemische Untersuchung des Darmsaftes beweist auch, dass die im Dünndarme abgesonderte Flüssigkeit vollkommen identisch ist mit der im Dickdarme ausgeschiedenen. *Frerichs* verschaffte sich solches Secret, indem er bei Katzen oder Hunden vier bis acht Zoll lange Stücken des Darms durch Ligaturen abschnürte, nachdem er vorher durch Pressen und Drücken etwaigen Darminhalt möglichst entfernt hatte, den Darm in die Bauchhöhle zurückbrachte und die Thiere nach 4 bis 6 St. tödtete. In der

1) *Frerichs*, a. a. O.

unterbundenen Darmschlinge fand sich alsdann eine glasartig durchsichtige, farblose und zähe Masse von stark alkalischer Reaction. Völlig ebenso beschaffen fand ich den Darmsaft aus dem Ileum eines Mannes, der in Folge einer schlecht ausgeführten Herniotomie mehrere Darmfisteln zugleich mit vollständiger Inversion einer Darmschlinge hatte; an der einen fistulösen Darmöffnung trat der Darmbrei zu Tage; an der andern konnte reiner Darmsaft gesammelt werden. Von morphologischen Elementen finden sich im Darmsafte mehr oder weniger granulirte Zellen, Zellenkerne und hie und da etwas Fett, nicht selten auch Cylinderepithelien (leicht erklärlicher Weise fand ich in dem von mir beobachteten Falle sehr viel). Trotz dieser völligen Uebereinstimmung meiner und *Frerichs'* auf verschiedenem Wege gemachten Erfahrungen ist dieser Gegenstand neueren Untersuchungen zufolge, die *Bidder* und *Schmidt*[1]) angestellt haben, sehr in Zweifel gestellt worden; denn diese Forscher konnten auf die von *Frerichs* angegebene Weise keine Spur von Darmsaft finden, so dass sie auf dessen Untersuchung verzichten mussten, bis sie aus einer künstlichen Darmfistel eines Hundes, dem Pankreassaft und Galle durch eine entsprechende Fistel nach aussen abgeführt wurden, solchen sammeln konnten.

Der Darm theils frisch gefütterter, theils nüchterner Katzen wurde unmittelbar hinter dem Duodenum unterbunden und ganz nach *Frerichs* in Abständen von einem halben Fusse 3 bis 4 Darmschlingen durch Ligaturen abgeschnürt, reponirt, die Bauchwunde zugeheftet und nach 3 bis 6 Stunden das Thier durch Strangulation getödtet. Es wurde „nicht ein Tropfen" Darmsaft gefunden. Bei dem Hunde, von welchem Darmsaft erhalten wurde, war eine Gallenblasen- und eine Dünndarmfistel angelegt worden, die 10 Tage nach der Operation völlig verheilt waren; durch eingelegte Silber- und Kaoutschukröhren wurde oben reines Lebersecret, unten Dünndarmdrüsensecret (höchstens gemengt mit noch etwas unresorbirtem Speichel und Magensafte, deren Menge indess bei nüchternem Zustande höchst gering oder $=$ 0 sein dürfte) gewonnen.

Der Darmsaft vereinigt sich sehr schwer mit Wasser, ballt sich aber, scheinbar gerinnend, dicht zusammen, wenn man ihn mit salzhaltigem Wasser (Kochsalz, schwefelsaurem Natron u. dergl.) behandelt; der im Wasser lösliche Theil verhält sich ganz wie der weiter unten beschriebene Schleimsaft. *Frerichs* fand in dem Darmsafte 2,2 bis 2,6 % fester Bestandtheile, ich nur 2,156 %, und darunter der erstere 0,87 % in Wasser lösliche, Theile 0,195 % Fett und 0,84 % Aschenbestandtheile.

1) *Bidder* und *Schmidt*, Privatmittheilung.

Frerichs ist es nicht gelungen, mit dem Darmsafte die Umwandlung irgend eines der bekannten Nahrungsmittel zu erzielen. Proteïnkörper oder leimgebende Substanzen blieben völlig unverändert; Fett liess sich darin wie in jedem andern Schlamme vertheilen. Auch auf Stärkmehl übte der Darmsaft keine besondere Wirkung aus; wenigstens wurde nach längerer Digestion bei 37° nicht mehr gekochtes Stärkmehl dadurch in Zucker verwandelt, als durch thierische Häute, lösliches Eiweiss, Caseïn u. dergl. *Frerichs* musste demzufolge dem Darmsafte jede Wirkung als directes Verdauungsmittel absprechen; dagegen hatte der Darmsaft, den ich aus der Darmschlinge des noch hier im Krankenhause befindlichen Mannes sammelte, die Eigenschaft, Stärkmehl in Zucker zu verwandeln, in hohem Grade; Proteïnkörper und Fette aber, mochte der Saft angesäuert werden oder nicht, wurden durch jenen Schleim nur so wenig verändert, dass ich an der Fähigkeit desselben, unmittelbar verdauend auf solche Stoffe zu wirken, zweifeln musste, und zwar um so mehr, da Würfel geronnenen Eiweisses ebensowohl als Fleischstückchen, die in die unterste Darmfistelöffnung gebracht wurden, fast völlig unverändert durch das Rectum abgingen; freilich befindet sich die Fistel im untern Theile des Ileums wahrscheinlich ziemlich nahe dem Blinddarm. Dagegen haben sich *Bidder* und *Schmidt* durch die schlagendsten Versuche überzeugt, dass jener Darmsaft *nicht blos Stärkmehl* ebenso schnell wie Speichel und pankreatischer Saft umwandelt, sondern dass auch der *Darm Fleisch, Eiweiss und dergleichen Proteïnkörper ebensogut verdaue*, *wie der Magen*.

Bei nüchternen Katzen wurde der Zwölffingerdarm unterhalb des Pankreas- und Gallenganges angeschnitten über einen ins obere Ende hineingeschobenen Korkstöpsel fest abgeschnürt, so dass Magen-, Pankreas- und Lebersecret absolut ausgeschlossen waren, ins untere Ende aber zwei in Mousselinsäckchen eingenähte Fleisch- und Eiweisscylinder möglichst tief hinabgeschoben, durch Abschnüren der Schnittöffnung der Rücktritt verhindert, reponirt, die Bauchwunde vernäht und nach 5 bis 6 Stunden das Thier getödtet. Die Säckchen fanden sich tief unten im Dünndarm wieder, erschienen schon von aussen stark zusammengefallen; beim Oeffnen zeigten sich Fleisch- wie Eiweissstücke macerirt, wie im Magensaft, ziemlich stark alkalisch, das Eiweiss namentlich ganz zerweicht und zermorscht, dem Gewichte nach in 12 bis jetzt angestellten Versuchen auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{11}$ des ursprünglichen (des feuchten sowohl als des bei 120° getrockneten) reducirt, so dass im letztern Falle der Inhalt des Säckchens fast gänzlich verschwunden schien. Der Versuch gelang ebensogut, wenn dabei der Magensaft ausgeschlossen, der Zutritt der Galle und des pankreatischen Saftes aber gestattet wurde. Der Korkpfropfen ward dann natürlich zwischen Pylorus und den Mündungen der Gallen- und Pankreaskanäle eingebracht.

Darminhalt und Excremente.

Die chemische Untersuchung der Contenta des Darmcanals hat im Ganzen noch zu wenig sichern Resultaten geführt; ja über einzelne leicht zu eruirende Punkte war man bis auf die neueste Zeit noch verschiedener Meinung. Der Grund hiervon ist auch leicht einzusehen, wenn man erwägt, auf wie verschiedenartige Stoffe man nothwendiger Weise im Darmcanale stossen muss. Denn es bedarf kaum der Erwähnung, dass selbst nach ziemlich einfachen Nahrungsmitteln noch unverdaute und unverdauliche Substanzen mit bereits umgewandelten und zersetzten Stoffen gleichzeitig gefunden werden, dass diesem bereits sehr complicirten Gemenge auch theils unzersetzte, theils bereits metamorphosirte Bestandtheile der Verdauungssäfte beigemengt sind. Das Schwierige der Untersuchung liegt aber besonders darin, dass die verdauten löslichen Substanzen immer nur in höchst geringer Menge in einem Theile des Darmrohrs vorkommen, da solche ziemlich schnell resorbirt werden. Die unlöslichen Substanzen der Darmcontenta sind der chemischen Untersuchung weniger zugänglich, bieten aber allerdings auch dem Studium des Verdauungsactes weniger Interesse. Halten wir uns hier nur an die thatsächlichen Erfahrungen, da wir später unter „Verdauung" die Umwandlungen der Nahrungsmittel als Processe ohnedem näher auffassen müssen.

Was zunächst die Reaction des Darminhalts gegen Pflanzenfarben betrifft, so finden wir dieselbe im Duodenum und Jejunum immer sauer, im Ileum fängt sie an abzunehmen, so dass sie häufig schon eine grosse Strecke vor dem Cœcum bereits verschwunden ist. Der Inhalt des Dickdarms reagirt in der Regel alkalisch; doch geschieht es sehr oft, dass (wie bereits oben berührt worden) der innere Theil des Inhalts noch sehr stark sauer reagirt, während die äussern, mit dem alkalischen Darmsaft befeuchteten oder durchdrungenen Massen neutral oder alkalisch reagiren. Woher rührt die saure Reaction? Meistens von Milchsäure, seltner von Buttersäure, Essigsäure oder andern Säuren; die Quelle der M i l c h s ä u r e ist aber je nach der Art der genossenen Nahrungsmittel so wie nach dem Theile des Darms, dem das Object entlehnt wurde, sehr verschieden. Im Duodenum, wo immer trotz des Zutritts von Galle und pankreatischem Safte stark saure Reaction beobachtet wird, rührt die freie Säure, gleichviel welche Nahrungsmittel genossen worden sind, hauptsächlich von der

Säure des Magensaftes her; nach Genuss von Fleisch, saurer Milch oder angesäuerten Speisen hat natürlich auch die Säure dieser Nahrungsmittel Theil an der Reaction jener Contenta. Von einer Milchgährung oder andern sauren Gährung kann sie im normalen Zustande nicht herrühren, da gerade der normale Magensaft jeder solcher Gährung hinderlich ist. Dagegen pflegt sie im untern Theile des Dünndarms und im Dickdarme nur nach dem Genusse stärkmehlreicher Substanzen gefunden zu werden; man muss hieraus schliessen, dass hier die Reaction nicht von den Verdauungssäften herrührt, sondern von metamorphosirtem Stärkmehl. Dass die dort vorkommende freie Säure Milchsäure ist, davon kann man sich leicht durch Analyse derselben (vergl. Th. 1. S. 99) überzeugen. Es tritt aber auch im normalen Zustande im Ileum und Rectum eine Umwandlung des Stärkmehls und Zuckers in Milchsäure ein. An diesen Orten geht zuweilen bei übrigens ganz normalen Verhältnissen die Milchsäure in Buttersäure über, wie *Frerichs* nachgewiesen hat. An freien Säuren, welche aber weniger Einfluss auf die Reaction der Dünndarmcontenta haben, finden wir im Dünndarme noch Cholsäure, Glykocholsäure und Choloïdinsäure. *Frerichs* hat die Umwandlungen, welche die Gallenbestandtheile im Darmcanale erleiden, sehr vollständig verfolgt, und nachgewiesen, dass im Dickdarm sich meistens nur Dyslysin, aber wenig Cholsäure oder Choloïdinsäure vorfindet.

Vermittelst der Pettenkofer'schen Probe kann man die Gegenwart der harzigen Gallenbestandtheile in der Regel bis gegen das Ende des Ileums hin verfolgen (vergl. Th. 1. S. 130).

Unter den wenigen löslichen Substanzen, welche wir aus den Darmcontentis ausziehen können, treffen wir sehr oft **Krümelzucker** an. Derselbe rührt in den seltensten Fällen vom Zuckergehalte der Nahrungsmittel her; denn gerade nach zuckerreichen Nahrungsstoffen wird solcher nur in der Minderzahl der Fälle im Dünndarme und zwar nur im obern Theile desselben gefunden; der in den Magen gebrachte Zucker wird daher unstreitig als leicht lösliche Substanz schon von dort aus resorbirt. Dagegen verdankt der im Dünndarme und zuweilen noch im Dickdarme gefundene Zucker seine Entstehung der Einwirkung des pankreatischen Saftes auf Stärkmehl, eine Einwirkung, die sich unter Mithülfe des Darmsaftes bis fast ans Ende des Darmcanals fortsetzt.

Frerichs fand nach Fütterung mit Milch nur zweimal unter 7 Fällen noch Zucker im Jejunum.

Im wässrigen Auszuge der Contenta des Dünndarms, seltner in denen des Dickdarms, findet man einen in der Hitze gerinnbaren, meist auch durch Essigsäure fällbaren Proteïnkörper, immer jedoch in geringer Menge. Der geringste Theil dieser coagulabeln Materie dürfte wohl als Verdauungsproduct der aufgenommenen Proteïnkörper anzusehen sein; denn die so leicht löslichen Peptone werden zum grössten Theile schon vom Magen aus resorbirt; die Verdauung der aus dem Magen in den Dünndarm ungelöst übergehenden Proteïnkörper wird im Dünndarme nach dem Zutritte der Galle keine grosse Ausdehnung mehr haben können. Auch der pankreatische Saft kann, nach der Extensität seiner Absonderung zu urtheilen, keinen grossen Beitrag zu der coagulabeln Materie des wässrigen Auszugs der Darmcontenta liefern. Wir finden aber auch nach dem Genusse vegetabilischer, an Proteïnkörpern armer, ja sogar stickstofffreier Kost, in dem wässrigen Auszuge des Dünndarminhalts immer etwas coagulirbare, eiweissartige Materie. Deren Quelle kann demnach nur in dem Austritte einer grössern oder geringern Menge Albumins aus den Blutgefässen vermöge endosmotischer Verhältnisse zu suchen sein.

In 4 Fällen, wo nüchterne Pferde oder Hunde mit Bolis von Stärkmehl 2 Tage lang gefüttert und am dritten Tage getödtet worden waren, fand ich nicht allzu geringe Mengen coagulirbarer Materie im wässrigen Extracte der Contenta des Jejunums und Ileums. In den Ausleerungen des Ileums aus der oben erwähnten Darmfistel wurde nach dem Genusse von Wassersuppen und andrer stickstoffarmer Kost immer coagulirbare Materie gefunden und zwar in solcher Menge, dass diese nicht füglich von dem Proteïngehalte des Brodes, Grieses u. dgl. hergeleitet werden konnte. Kaum bedarf es wohl der besondern Erwähnung, dass das beim Kochen entstehende Präcipitat stets noch mit Säuren und andern Agentien zu behandeln ist; denn in dem wässrigen Auszuge der Darmcontenta, namentlich in dem des Colons, beobachtet man nicht selten beim Erhitzen eine Ausscheidung, die jedoch nicht von Albumin herrührt, sondern theils in dem Th. 1 S. 346 berührtem Verhalten schwach saurer Lösungen von Erdsalzen ihren Grund hat, theils auch in der Gerinnung von Schleim, die namentlich bei Gegenwart einer grossen Menge gelöster Alkalisalze der des Albumins höchst ähnlich ist. *Frerichs* hat öfter auch noch im Colon und selbst im Rectum von jungen Hunden und Katzen nach reichlichem Fleischgenuss Eiweiss gefunden; derselbe neigt sich daher zu der Ansicht, dass trotz der Hindernisse, welche die Galle der weitern Verdauung coagulirter Proteïnkörper im Darmkanale entgegenstellen möge, doch wenigstens geringe Mengen von Proteïnkörpern verdaut oder wenigstens das modificirte Eiweiss (Pepton) vielleicht gerade durch Galle und Bauchspeichel in gewöhnliches Eweiss umgewandelt würden. Ich kann diese Ansicht keineswegs für irrig erklären, da nur genaue, quantitative Bestimmungen, die hier schwerlich gut auszuführen sind, hierüber entscheiden könnten; allein die oben erwähnten Thatsachen deuten wohl darauf hin, dass

die coagulirbare Materie, welche man in dem Darminhalte so häufig findet, ihren Ursprung in andern Quellen haben könne, als in der unmittelbaren Verdauung der eingenommenen Proteïnkörper zu löslichem und gerinnbarem Eiweiss. Ich muss *Frerichs'* Erfahrung vollkommen bestätigen, dass bei jungen Fleischfressern lösliches Eiweiss sich noch im Dickdarme vorfindet; es schien mir dasselbe aber geradezu aus dem unverdauten Fleische herzurühren; denn der Inhalt bestand noch aus Klumpen von Fleisch (auch wenn ihnen dasselbe ziemlich fein gehackt gegeben worden war), und die innern Theile dieser Klumpen rötheten Lackmus, eine Reaction, die wohl von der ursprünglich in dem Nahrungsmittel enthaltenen Milchsäure abzuleiten war. Hatten die alkalischen Darmsäfte aber nicht einmal die freie Säure zu tilgen vermocht, so dürfte wohl auch lösliches Eiweiss in dem Fleische unverändert geblieben sein. Im obern Theile des Dünndarms findet man am meisten Eiweiss, weil dort der Inhalt am verdünntesten und zur Aufnahme von Eiweiss aus den Blutcapillaren am geeignetsten ist.

In dem Filtrate der Dünndarmcontenta findet man nur selten Dextrin und stets nur geringe Mengen von Peptonen (*Frerichs.*)

Ich habe nie mit Sicherheit Dextrin gefunden; dagegen findet man immer geringe Mengen jener in Wasser löslichen, in Alkohol unlöslichen Stoffe, die man früher Speichelstoff nannte.

Vergleichen wir die alkoholischen Extracte der verschiedenen Strecken des Dünndarms und des Dickdarms, so finden wir in denselben, ausser dem bereits erwähnten Zucker, den freien Säuren und deren Alkalisalzen, besonders Gallenbestandtheile und in dem ätherischen Auszuge dieser alkoholischen Extracte neben Fett mehr oder weniger Stoffe, welche mit Zucker und Schwefelsäure die bekannte Gallenreaction geben.

Dass man in dem Duodenuminhalte noch ziemlich unveränderte Galle findet, ist wohl sehr natürlich; allein auffallend ist mir immer gewesen, dass auch im Mageninhalte getödteter Thiere so wie plötzlich verstorbener Menschen sich immer Gallensubstanzen und hauptsächlich die harzigen Bestandtheile derselben nachweisen liessen. Besonders auffällig war mir diese Erfahrung am Mageninhalte zweier 3 Tage lang mit Stärkmehlbolis gefütterter Pferde; das alkoholische Extract des Mageninhalts wurde durch Essigsäure oder Salzsäure fast ebenso stark getrübt, wie das des Duodenuminhalts; der Niederschlag erschien unter dem Mikroskop in kleinen traubenförmig gruppirten Bläschen oder Kugeln, die sich in siedendem Wasser auflösten, beim Erkalten aber wieder in der frühern Form ausschieden; diese lösten sich in fixen und flüchtigen Alkalien sowie in Alkohol leicht auf, aber nicht in Aether; die ammoniakalische Lösung verdunstet, zeigte unter dem Mikroskop dendritische, den Salmiakefflorescenzen ähnliche, nur etwas dichtere Gruppirungen; die Kalilösung dagegen Wegebreitblättern ähnliche, krystallinische Gestalten; die Lösungen dieses Körpers wurden weder durch Gerbsäure noch neutrales essigsaures Bleioxyd, wohl aber durch basisches gefällt; da er die Gallenreaction mit Zucker und Schwefelsäure sehr schnell und schön gab, so ist wohl nicht daran zu zweifeln, dass hier im

Magen wie im Duodenum unveränderte Gallensäuren, namentlich Glykocholsäure, vorhanden waren.

Je weiter man im Darmkanale hinabsteigt, desto weniger von jenen harzartigen Säuren der Galle findet man in dem alkoholischen Extracte, desto mehr aber gehen verhältnissmässig in das Aetherextract über. *Frerichs* hat auch die Veränderungen, welche die Galle im Verlaufe des Darmkanals erleidet, am sorgfältigsten untersucht. Wir haben schon im 1. Th. darauf aufmerksam gemacht, dass hauptsächlich im Dünndarme sich noch mit Leichtigkeit die Gegenwart der harzigen Gallensäuren nachweisen lässt; ja in der Nähe des Duodenums findet man oft noch unzersetzte Galle, so dass diese im wässrigen Auszuge nachzuweisen ist; durch die gleichzeitige Einwirkung der freien Säure, ferner leicht wandelbarer Proteïnkörper und der Temperatur des thierischen Körpers wird die frisch in den Darm entleerte Galle sehr bald in die bekannten Zersetzungsproducte zerlegt; es finden sich daher hier die nur in Alkohol löslichen Modificationen der stickstofffreien Choloidinsäure, während bei weiterm Fortschreiten im Darmkanale der grösste Theil dieser nur in Alkohol löslichen Säure schwindet, anstatt dessen aber ein sich ebenfalls allmälig verringernder Theil in Aether löslicher Gallensubstanz zeigt, nämlich die *Berzelius*'sche Cholinsäure und Fellinsäure oder die eine Modification des *Mulder*'schen Dyslysins. Im Dickdarm und in den festen Excrementen habe ich stets noch nur in Aether lösliche Substanz gefunden, diese jedoch in so geringen Mengen, dass nach einer (hier nur möglichen) ungefähren Schätzung nicht angenommen werden kann, dass dies alle Galle sei, welche sich aus der Leber in das Duodenum ergossen hatte, sondern dass man vielmehr zu der *Liebig*'schen Ansicht geführt wird, wornach ein grosser Theil der Galle im Verlaufe des Darmkanals wieder absorbirt wird. Da es möglich gedacht werden kann, dass die harzigen Gallensäuren in das auch in Aether unlösliche Dyslysin verwandelt worden wären, so kochte ich die Dickdarmcontenta und Excremente von Menschen und Hunden nach Fleischgenuss mit kalihaltigem Alkohol, konnte aber in der dadurch bewirkten Lösung nur selten und dann nur Spuren von Gallenharz, d. h. von regenerirter Choloidinsäure, nachweisen.

Ich muss hier wiederholt darauf aufmerksam machen, dass man bei Prüfung des ätherischen Extractes der Darmcontenta auf Galle sehr vorsichtig zu Werke gehen muss, um mittelst der *Pettenkofer*'schen Probe nicht Gallenstoffe mit Elain zu verwechseln (vgl. oben S. 82).

Etwas **Fett** findet man immer im ganzen Verlaufe des Darm-

kanals; dass nach fetthaltigen Nahrungsmitteln die Menge desselben in den Contentis allmälig abnimmt, braucht wohl kaum erwähnt zu werden; doch findet man nach fettreichen Nahrungsmitteln oft noch so erhebliche Mengen Fett in den festen Excrementen, dass man hierin leicht eine Bestätigung der von *Boussingault*[1]) gemachten Erfahrung finden kann; derselbe fand nämlich bei Versuchen an Enten, dass in bestimmten Zeiten vom Darmkanale aus immer nur gewisse nicht allzu grosse Mengen Fett resorbirt werden können, eine Erfahrung, die neuerdings von *Bidder* und *Schmidt*[2]) an Säugethieren vollkommen bestätigt worden ist. In den Fetten lassen sich übrigens immer Spuren von Cholesterin nachweisen.

Auch das Gallenpigment erleidet im Darmkanale allmälig dieselben Veränderungen, die wir an ihm bei der Fäulniss oder Zersetzung der Galle überhaupt wahrnehmen; nur im alkoholischen, seltner im wässrigen Extracte des Dünndarminhalts gelingt es mittelst des Gemisches von Schwefelsäure und Salpetersäure die bekannten Farbenveränderungen hervorzurufen; im Dickdarm ist das Gallenpigment allem Anscheine nach in derselben Modification enthalten, die nach *Berzelius* und *Scherer* als letztes Umwandlungsproduct des Cholepyrrhins anzusehen ist.

Taurin ist von *Frerichs*[3]) oft, wiewohl nicht immer, im ganzen Verlaufe des Darmkanals und selbst in den festen Excrementen nachgewiesen worden.

Die in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen Bestandtheile des Darminhalts fallen meistens der mikroskopischen Untersuchung anheim. Sie bestehen auch im wesentlichen aus unverdauten oder unverdaulichen Speiseresten. Was die unverdauten Substanzen betrifft, so finden wir ausser Fetttropfen Stärkmehlkörner, Muskelfasern und Zellgewebsfibrillen gewöhnlich noch in den Excrementen nach dem Genusse der entsprechenden Nahrungsmittel. Die *Stärkmehlkörner* pflegen in ihrem Durchmesser verjüngt zu sein, und zwar um so mehr, je tiefer unten im Darmkanale sie gefunden worden sind; gewöhnlich erscheinen sie rissig und gelappt, so dass einzelne Häute derselben theilweise oder vollkommen abgelöst sind; im letztern Falle kann man sie oft nur unter Mithülfe von Jodwasser unter dem Mikroskop als solche erkennen. Die *Muskelfasern* finden wir in den ver-

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 19. p. 117—125.
2) *Bidder* und *Schmidt*, Privatmittheilung.
3) *Frerichs*, a. a. O. S. 841.

schiedensten Phasen ihrer Umwandlung; man erkennt noch einzelne Muskelprimitivfasern unversehrt in ihrer histologischen Formation, dann parallelopipedische Stücke derselben, an denen die Querstreifung noch ziemlich deutlich zu erkennen ist; letztre zeigt sich wohl auch nur in einer feinen Punktirung; dafür treten denn oft die Längsstreifen mehr hervor; das Sarkolem ist meist schon verschwunden; endlich bleibt oft nur eine ziemlich hyaline Masse übrig, die nur an der parallelen Gruppirung einzelner hervortretender Punkte als Rudiment der Muskelfaser zu erkennen ist. Eine vollständige Lösung der Muskelfasern ist aber, wie auch *Frerichs* gefunden, durch Magensaft und die übrigen Verdauungssäfte nicht zu erzielen.

Knochenreste lassen sich nach dem Genusse derselben im Darme und in den Excrementen immer nachweisen, obgleich sichtlich ein grosser Theil derselben in den ersten Wegen aufgelöst worden ist.

Da die *histologischen Bestandtheile der Pflanzengewebe* am wenigsten zur Zersetzung durch die Verdauungssäfte disponirt sind, so werden diese nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel immer ziemlich unverändert gefunden; die Cellulose ist allen organischen Lösungsmitteln unzugänglich; daher finden wir alle Arten von Pflanzenzellen: die Chlorophyllzellen bleiben unverändert, die Parenchymzellen sind nur zuweilen isolirt; Spiralgefässe sind besonders schön in den Excrementen der höhern wie der niedern Thiere zu erkennen. Auf Hefezellen stösst man oft nach dem Genusse gebackener Nahrungsmittel.

Neben dem flüssigen und festen Inhalte des Darmkanals sind auch die Gase desselben zu erwähnen. Leider besitzen wir aber über diese elastisch-flüssigen Stoffe nur sehr wenig und überdies nicht einmal recht zuverlässige Beobachtungen, da namentlich die Untersuchungen des Gasgehalts der Därme in Krankheiten meist nur an Leichnamen angestellt worden sind, die bereits 24 St. gelegen hatten. Nur *Magendie* und *Chevreul*[1]) haben den Gasinhalt des Magens, Dünndarms und Dickdarms von eben hingerichteten Menschen untersucht; indessen dürften auch selbst diese Untersuchungen wohl nicht als völlig schlussfertig anzusehen sein, da ein in wenig Stunden Hinzurichtender wohl schwerlich gut verdaut.

Im Magen eines Hingerichteten fanden *Magendie* und *Chevreul* ein Gasgemeng, welches aus atmosphärischer Luft bestand, in welcher

1) *Magendie* und *Chevreul*, Berzelius, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 338—340.

ein Theil Sauerstoff durch Kohlensäure ersetzt war; nebenbei fanden sie noch etwas Wasserstoff (dem Volumen nach war diese Luft zusammengesetzt aus 14% Kohlensäure, 11% Sauerstoff, 71,45% Stickstoff und 3,55% Wasserstoff). Darüber, dass diese Luft grösstentheils von aussen dem Magen zugeführt worden ist, kann wohl kein Zweifel sein; es ist schon oben erwähnt worden, dass beim Einspeicheln den Nahrungsmitteln eine nicht unerhebliche Menge Luft beigemengt wird, und dieses mag wohl die gewöhnlichste Art sein, wie atmosphärische Luft in den Magen gelangt; indessen kann auch bei gewissen Athembewegungen etwas Luft in den Magen durch den Oesophagus hindurch herabgezogen oder gedrückt werden, z. B. bei dem Würgen, welches dem Erbrechen vorangeht, wie *Budge* nachwies; besitzen doch manche Personen geradezu das Vermögen, willkürlich Luft zu verschlucken und durch grössere Mengen verschluckter Luft Erbrechen zu erregen.

Die Verminderung des Sauerstoffs und bedeutende Vermehrung der Kohlensäure wird wohl mit mehr Wahrscheinlichkeit von dem Austausche dieser Gase mit denen des Blutes abgeleitet, als von Gährungsprocessen; dieser Austausch ist wenigstens eine physikalische Nothwendigkeit, während Gährungsprocesse im Magen stets etwas abnormes sind. In dem von genannten Forschern untersuchten Falle scheint aber allerdings ein Gährungsprocess vorangegangen zu sein; denn dafür spricht der, wenn auch geringe, Gehalt jener Luft an Wasserstoff.

In den Leichnamen gesunder Menschen und Thiere sind die Mengen Luft, die man im Magen vorfindet, immer höchst gering. Dagegen kommen unter sehr verschiedenen Verhältnissen abnorme Ansammlungen von Luft im Magen vor, so dass man selbst eine besondre Krankheit, Pneumatosis ventriculi, annehmen zu dürfen geglaubt hat. Selbst bei Gesunden können grössre Mengen von Gas im Magen sich ansammeln nach dem Genusse solcher Speisen und Getränke, die sehr leicht in Gährung übergehen: hefereiches Backwerk, frischgebacknes Brod, Zwiebeln, Knoblauch, Rettig, rohes Obst, Most, nicht ausgegohrnes Bier, besonders wenn diese Nahrungsmittel in sehr grossen Mengen genossen werden. In solchen Fällen wird in der Luft immer ein grosser Ueberschuss von Kohlensäure gefunden werden, da alle diese Substanzen der weinigen und essigsauren Gährung unterliegen, welcher letztern fast immer auch Kohlensäureentwicklung vorangeht. Wenn aber sich hier der Luft auch Wasserstoffgas beigesellt, so dür-

fen wir uns nicht wundern, da wir bereits oben gesehen haben, wie sehr die Amylacea im Magen auch zur Buttersäuregährung geneigt sind; diese ist ja aber immer (nach *Pelouze*, *Liebig* und Andern) von Wasserstoffentwicklung begleitet.

Besonders häufig beobachtet man Luftansammlungen im Magen von solchen Kranken, die entweder, wie Hysterische und Hypochondrische, eine widernatürliche Neigung haben, Luft zu verschlucken oder bei denen die Krankheit selbst ein längeres Verweilen der Speisen im Magen bedingt oder endlich bei denen die Magensaftsecretion selbst vollkommen gestört ist. Bei Hysterischen und Hypochondrischen, welche Luft verschluckt haben, sind die durch Ructus ausgestossenen Gase meist geruchlos, und es lässt sich daher erwarten, dass diese Luft, ausser einer Zunahme an Kohlensäure, wohl wenig Veränderungen erlitten hat.

Bei Verengerungen des Pylorus sowie bei chronischen Katarrhen tritt nicht nur nach dem selbst mässigen Genusse vorerwähnter Nahrungsmittel eine Erfüllung des Magens mit Luft ein, sondern auch nach dem Genusse andrer Nahrungsmittel, die den Gesunden nicht zu belästigen pflegen und höchstens erst im Dickdarme zu Gasansammlungen Veranlassung geben, z. B. Milch, Hülsenfrüchte, Kohl, Eier, Fleisch und andre Animalien. In solchen Fällen enthält die Luft jedenfalls nur wenig Sauerstoff, viel Kohlensäure, wahrscheinlich auch Wasserstoff und Kohlenwasserstoff, stets aber auch Schwefelwasserstoff, der durch den Geruch der Ructus ebensowohl als durch seine Reaction auf ein mit Bleizuckerlösung befeuchtetes Papier zu erkennen ist.

Bei Typhösen, die lange Zeit weder Nahrungsmittel noch Arzneien zu sich genommen haben, wird der Magen nicht selten von Gas aufgetrieben gefunden; hier tritt der Meteorismus nur langsam auf und wird wohl hauptsächlich durch den paralytischen Zustand der Muskelhaut des Magens begünstigt.

Chevillot[1]) fand im Magengase von Leichen (24 St. nach dem Tode) 25,2 bis 27,8 Volumenprocente Kohlensäure, 8,2 bis 13,0% Sauerstoff und 66,8 bis 59,2% Stickstoff, aber nur Spuren von Wasserstoff.

Im Dünndarme pflegt durchschnittlich weit weniger Luft als

1) *Chevillot*, Journ. de chim. méd. 1 Sér. T. 5. p. 596—650 et Arch. génér. de médéc. 1834. p. 285—292.

im Dickdarme gefunden zu werden; *Magendie* und *Chevreul* fanden in den Dünndärmen dreier Hingerichteter keinen Sauerstoff mehr, dagegen ausserordentlich viel Wasserstoff und Kohlensäure (im ersten Falle 24,39% CO_2, 20,08% N und 55,53% H, in einem zweiten Falle 40,00% CO_2, 8,85% N und 51,15% H, in einem dritten 25,0% CO_2, 66,6% N und 8,4% H); dagegen fand *Chevillot* im Luftgemenge, aus dem Dünndarme älterer Leichen entlehnt, immer noch 2 bis 3% Sauerstoff. Dass in Krankheiten und selbst bei Gesunden nach dem Genusse der oben erwähnten oder diesen ähnlichen Speisen oder Getränke Gasansammlungen häufiger vorkommen, als im Magen, ist leicht erklärlich; denn eines Theils werden von hier aus die Blähungen nicht so leicht wie aus dem Magen entfernt, andrerseits schreitet aber die Gährung und Zersetzung der genannten Substanzen hier um so schneller fort, je länger sie schon im Magen und Dünndarm verweilt haben. Verengerungen einzelner Strecken des Dünndarms und andere Krankheiten des Darms tragen auch hier mit zur Vermehrung des Gasgehaltes wesentlich bei.

Vergleichen wir die Zusammensetzung der Dünndarmluft mit dem Magengase, so stellt sich ein ganz anderes Verhältniss als dort heraus; wir haben es hier kaum noch mit Resten von atmosphärischer Luft zu thun, sondern der grösste Theil des Gases hat seine Quelle in der Zersetzung stickstoffhaltiger und stickstofffreier Substanzen. Es ist hierbei aber immer auch im Auge zu behalten, dass diese Gase von den Blutgasen nur durch permeable feuchte Membranen getrennt sind, und dass aus diesem Grunde die Analyse des Luftgemengs nie der Ausdruck für die aus der Zersetzung der Speisen hervorgegangenen gasigen Producte ist. Es ist daher mehr als wahrscheinlich, dass die namentlich bei Kindern und hysterischen Frauen zuweilen auftretenden gefährlichen Erscheinungen von Meteorismus nicht blos durch die mechanische Verengerung des Brustkastens (durch heraufgepresstes Zwerchfell), sondern auch durch den Uebergang gewisser Gase in das Blut bedingt werden; weniger dürfte in diesen Fällen die resorbirte Kohlensäure, als vielmehr der Wasserstoff und seine Verbindungen in Anschlag gebracht werden; die Amylacea liefern durch Buttersäuregährung, die im Darme nur durch die freie Säure des Magensaftes verhindert wird, Wasserstoff, welcher in statu nascenti sich mit dem Schwefel der zersetzten Proteïnkörper vereinigt, und so das im Blute so nachtheilig wirkende Schwefelwasserstoffgas erzeugt. Die Gegenwart des Schwefelwasserstoffs in dem Dünndarmgase ist

übrigens leicht aus den Ructus zu ersehen, welche erst 4 bis 8 Stunden nach Aufnahme der Nahrungsmittel entwickelt werden. Auffallend ist es übrigens, dass solche schwefelwasserstoffhaltige Ructus sehr gewöhnlich bei dem Gebrauche von Eisenpräparaten beobachtet werden; es ist möglich, dass bei Gegenwart von Eisen die Umwandlung schwefelsaurer Alkalien in Schwefelmetalle beschleunigt und namentlich die Bildung von Schwefeleisen bedingt wird, aus dessen Zersetzung durch Säuren dann das Schwefelwasserstoffgas hervorgehen mag. Dass nach dem Gebrauche von Schwefelpräparaten Schwefelwasserstoffbildung eine gewöhnliche Erscheinung ist, bedarf kaum der Erwähnung und sicher nicht erst einer Erklärung.

Weit häufiger als im Magen und Dünndarm finden Gasansammlungen und zwar oft sehr bedeutende im Dickdarme statt. Nach den Untersuchungen *Magendie's* und *Chevreul's* ist hier der Sauerstoff ganz geschwunden; an Kohlensäure fanden diese Forscher 43,5 bis 70,0%, an Stickstoff 18,40% bis 51,03 und 5,47 bis 11,6% Kohlenwasserstoff, *Chevillot* im Dickdarmgase aus ältern Leichnamen 23,11 bis 93,00% Kohlensäure, 2,0 bis 3,0% Sauerstoff, 95,2 bis 90,0% Stickstoff und 28,0% Kohlenwasserstoff; in den Flatus fand *Marchand* durch 2 Analysen 36,5 und 44,5% Kohlensäure, 29,0 und 14,0% Stickstoff, 13,5 und 15,8% Wasserstoff, 22,0 und 15,5% Kohlenwasserstoff und in dem letzten Falle 1,0% Schwefelwasserstoff. Bemerkenswerth ist, dass Schwefelwasserstoff sich in den Dickdarmgasen immer in weit geringerer Menge vorfindet, als man dem Geruche nach annehmen zu dürfen glaubt. Die Gründe, weshalb im Dickdarme die Gasentwicklung immer bedeutender ist, als im Dünndarme, bedürfen kaum der Erwähnung; denn wenn schon im Ileum die Zersetzung der Speisereste begonnen hat, so wird sie im Dickdarme sich um so mehr fortsetzen, als dort keine freie Säure mehr zu den Fäcalmassen tritt, durch welche deren weitere Zersetzung gehemmt werden könnte. Ist aber der Dickdarminhalt sauer, so wissen wir aus dem Obigen, dass dies derselbe nur in Folge einer Buttersäuregährung ist, welche ja eben von einer reichlichen Gasentwicklung begleitet ist. Für den rationellen Arzt bedarf es sonach wohl nicht erst des näheren Hinweises auf alle jene krankhaften Zustände, durch welche grössere Ansammlungen von Luft im Blinddarm und Dickdarm bedingt werden können; wir gestatten uns nur zu erwähnen, dass diese Gasanhäufungen, die man Meteorismus oder Flatulenz zu nennen pflegt, ebensowohl eine Folge unterdrückter oder perverser Secretion der Darmsäfte sein kann,

als die Folge von verringerter Contractilität der Muskelhaut des Darms, von Stricturen und andern anatomischen Veränderungen des Dickdarms, sowie von Druck, den krankhafte Geschwülste auf die untern Darmparthien ausüben u. s. w. Die in einzelnen Theilen des Dickdarms stagnirenden Stoffe gehen in vollkommne Putrescenz über, und deren Producte, die gasigen sowohl als die festen, sind ganz dieselben, wie wir sie ausserhalb des thierischen Körpers beobachten. So fand z. B. *Frerichs* in solchen Massen ganz ähnliche Stoffe, wie sie *Bopp* aus faulenden Proteïnkörpern erhalten hat.

Die Aerzte haben in früherer Zeit an eine Secretion der Gase von den Darmwänden aus geglaubt; wer mit dem thierischen Stoffwechsel einigermassen vertraut ist und die chemischen Processe der Fäulniss kennt, wird eine solche Annahme zur Erklärung bedeutenderer Gasentwicklungen nicht blos unnöthig, sondern es nach den gegebenen Andeutungen auch völlig unwahrscheinlich finden, dass aus der allgemeinen Säftemasse Gase, wie Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Schwefelwasserstoff (aus dem Blute, wo man sie sonst nie gefunden) in den Darmkanal übertreten sollten. Indessen haben *Magendie* und *Girardin*[1]) eine auch von *Frerichs*[2]) bestätigte Beobachtung gemacht, welche wenigstens die Möglichkeit einer Gasausscheidung aus dem Blute in den Darm erweist. Wurde nämlich bei Hunden eine Darmschlinge, nachdem sie von Contentis vollständig entleert war, an beiden Enden unterbunden, so fand sich dieselbe nach einiger Zeit immer mit Luft erfüllt. Leider wurde solche Luft nicht analysirt; Wasserstoff und gasige Wasserstoffverbindungen würden wohl kaum darin zu finden gewesen sein.

Frerichs macht zugleich auf eine Luftansammlung am Darme aufmerksam, die aber eigentlich nicht hieher gehört, da sie ein in der Serosa des Darmes abgesacktes Emphysem ist; *Frerichs* beobachtete solche mit Luft erfüllte erbsen- bis haselnussgrosse Blasen häufig am Darme von Schweinen.

Obgleich aus den obigen Mittheilungen schon leicht zu entnehmen ist, welche Stoffe sich in *den durch Erbrechen entleerten Massen* vorfinden und vorfinden müssen, so dürfte es hier doch nicht ganz überflüssig sein, die verschiedene Beschaffenheit des unter verschiedenen krankhaften Zuständen Erbrochenen nach den bisherigen Erfahrungen zusammenzustellen. Leider sind aber sehr viele der uns vorliegenden Untersuchungen nur wenig zu benutzen; wie für die Diagnose einer Magenkrankheit, so ist es auch für eine wissenschaftliche Untersuchung des Erbrochenen überaus wichtig zu wissen, binnen welcher Zeit das Erbrechen nach Aufnahme der Nahrungsmittel oder ob es bei leerem Magen erfolgt ist. Nur hieran lässt sich eine wissenschaftliche Betrach-

1) *Magendie* und *Girardin*, Recherches physiol. sur les Gas intestin. Paris 1824. p. 24.

2) *Frerichs*, Verdauung a. a. O. S. 866.

tung dieses Gegenstandes knüpfen. Es ist aber eine wahrhaft betrübende Erscheinung, dass noch heute die sg. pathologische Chemie sich mit der physikalischen Diagnose ebensowenig als mit der pathologischen Anatomie vertraut gemacht hat; man findet daher zahlreiche Analysen von Erbrochenem bei Dyspepsie, einem Worte, was keinem rationellen Arzte genügen, der naturwissenschaftlichen Forschung aber nur hinderlich sein kann. Jeder muss wissen, dass Dyspepsie und Pyrosis ebensowohl chronischen Magenkatarrh als rundes Magengeschwür, Krebs und andre primäre und secundäre Affectionen des Magens begleiten kann; ist keine pathologisch-anatomische Diagnose gemacht, so kann die Untersuchung der von Dyspeptischen erbrochenen Massen durchaus zu nichts führen; ist es nicht möglich, eine bestimmte Diagnose bei Dyspepsie, Pyrosis oder Wasserbrechen zu machen, so ist es besser, gar keine Analyse des Erbrochenen anzustellen; denn es ist sicher nichts daran verloren. Trotz der zahlreichen mehr oder weniger genauen Untersuchungen erbrochener Materien wissen wir noch sehr wenig über die verschiedenen morphologischen und chemischen Bestandtheile der Massen, welche in den verschiedenen Krankheiten des Magens oder andrer Unterleibsorgane entleert zu werden pflegen. Das Positive lässt sich in wenigen Sätzen zusammenfassen:

Bei weitem die häufigsten Fälle sind die, wo die Hauptmasse des Erbrochenen aus unverdauten oder halbverdauten Nahrungsmitteln besteht, und zwar deshalb, weil ja gewöhnlich die Nahrungsmittel die nächste Veranlassung zur antiperistaltischen Bewegung abgeben. Es versteht sich von selbst, dass die Nahrungsmittel bereits um so mehr verändert sein werden, je länger sie im Magen verweilt haben; daher finden wir constant beim runden Geschwür des Duodenums, wo das Erbrechen erst 4 bis 6 Stunden nach Aufnahme der Nahrungsmittel erfolgt, nicht blos die eiweissartigen Substanzen, sondern auch die Amylacea bei weitem mehr verändert, als bei perforirendem Magengeschwür, bei Scirrhus Pylori dagegen gewöhnlich weniger, als bei andern krebsigen Affectionen des Magens u. s. w. Diese Umwandlungen, welche wir in den Nahrungsmitteln wahrnehmen, können nun normale und abnorme sein, d. h. man wird im erstern Falle halbverdaute (in der oben beschriebenen Weise veränderte) Muskelfasern, Peptone, Zucker u. dgl. finden. Diese Fälle sind die seltneren und kommen meist vor, wenn der Sitz der Krankheit, welche das Brechen erregte, ausserhalb des Magens liegt, jedoch zuweilen auch bei Magenkrebs. Bei weitem häufiger geschieht es, dass die Speisen, wenn sie längere Zeit im Ma-

gen verweilten, abnorme Veränderungen erlitten haben; es ist in den zucker- oder stärkmehlhaltigen Nahrungsmitteln milchsaure, essigsaure oder buttersaure Gährung entstanden, daher die ausgebrochenen Massen ausserordentlich stark sauer reagiren, schmecken und selbst das Gefühl von Stumpfheit der Zähne herbeiführen; die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe erscheinen dann unter dem Mikroskope nur wenig verändert, höchstens aufgelockert und durchscheinender; so beschaffne Massen werden hauptsächlich bei chronischem Magenkatarrh, nicht selten jedoch auch bei rundem Magengeschwür und Magenkrebs erbrochen. Es gewinnt aber den Anschein, als ob gerade bei chronischem Magenkatarrh in dem Stärkmehl, je nach der Art des abgesonderten Schleims, alle Arten von Gährung eingeleitet werden könnten, die man ausserhalb des Körpers in den chemischen Laboratorien kennen gelernt hat, ganz so wie auch bei Harnblasenkatarrh dieser bald mehr zur sauren, bald mehr zur alkalischen Harngährung disponirt. Bei Diabetikern scheint nach einigen Erfahrungen *Frerichs*' besonders die Zuckerbildung im Magen gefördert zu werden. Wichtiger ist eine andre Beobachtung desselben Forschers; derselbe überzeugte sich nämlich, dass die farblosen, zähen, fadenziehenden Massen, die zuweilen in reichlicher Menge bei Magenkatarrh ausgeschieden werden, fast vollkommen dieselben Eigenschaften besitzen, wie die gummiartigen, durch sogen. schleimige Gährung entstandenen Substanzen. Es scheint somit auch wenigstens zum Theil von der Natur des bei Magenkatarrh abgesonderten Schleimes abzuhängen, ob in den Amylaceis schleimige, milchsaure, essigsaure oder buttersaure Gährung eingeleitet wird; eine Ansicht, die in unsrer jetzigen Kenntniss der Erreger dieser verschiedenen Gährungsarten ebensowohl als in den verschiedenen anatomischen Veränderungen der Magenschleimhaut und des durch diese abgesonderten Schleimes ihre volle Bestätigung findet.

Stark verdaute und zugleich in einen fast putriden Zustand übergegangene Massen werden nur bei anatomisch-mechanischen Veränderungen im Darmkanale, eingeklemmten Brüchen, Volvulus u. s. w. erbrochen. Da, wie oben erwähnt, in den Magen- und Darmcontentis zuweilen Hefepilze, theils von aussen eingeführt, theils im Körper selbst durch Fortpflanzung vermehrt, gefunden werden, so darf es nicht wundern, dass man solche auch in dem Erbrochenen antrifft. Aehnlich mag es sich mit der *Sarcina* verhalten, deren Natur und Vorkommen nach ihrer Entdeckung durch *Goodsir*[1]) so viele Untersu-

1) *Ed. Goodsir*, Edinburgh med. and surg. Journ. V. 57. p. 430.

chungen und Besprechungen verannlasst hat. Dieses organisirte Wesen ist höchst wahrscheinlich identisch mit der schon von *Meyen*[1]) beschriebenen Alge, Merismopedia punctata, und dem von *Ehrenberg*[2]) zu den Bacillarien gerechneten Gonium tranquillum und glaucum; dasselbe bildet Platten, die aus einer grössern oder geringern Anzahl viertheiliger Zellen bestehen, die letztern, ungefähr $^1/_{300}$ bis $^1/_{500}$''' im Durchmesser, sind quadratisch und gleichen abgeschnürten Paketen; diese finden sich auch einzeln im Erbrochenen, jedoch häufiger zu 4, 8 und 16, regelmässig zusammenhängend, so dass sie ganze Platten bilden. Diese Algen sind durchaus nicht für eine besondre Magen- oder Verdauungskrankheit charakteristisch, obwohl man sie dann am gewöhnlichsten findet, wenn die Speisen vor dem Erbrechen lange Zeit im Magen verweilt haben, z. B. bei Magenkrebs. *Frerichs*[3]) hat die Sarcina häufig im Magen von Leichnamen gefunden, welche während des Lebens kein Zeichen gestörter Verdauung hatten wahrnehmen lassen; ja selbst an mit Magenfisteln versehenen Hunden beobachtete er sie, während die Verdauung derselben eben so regelmässig und energisch von Statten ging, als vor dem Erscheinen dieser Alge. Sie erscheint daher im thierischen Organismus ohne allen Zusammenhang mit irgendwelchen pathologischen Erscheinungen.

Die Sarcina kann demnach keineswegs als diagnostisches Zeichen benutzt werden, da ihre Entstehung oder ihr Wachsthum ebensowenig durch gewisse pathologische Processe bedingt wird, als sie solche hervorzurufen vermag.

Frerichs hat ihre Entwicklung an einem mit einer Magenfistel versehenen Hunde studirt; er beobachtete zuerst runde, meist isolirte, seltner zu zweien gruppirte, kernlose Zellen von $^1/_{400}$ bis $^1/_{300}$'''; die anfangs durchsichtige Zelle erhält allmälig eine durch die Mitte gehende seichte Einschnürung, der eine andere, dieselbe rechtwinklig kreuzende, sich zugesellt; die Linien vertiefen sich vom Centrum nach der Peripherie hin, bis endlich die Zelle in 4 gleiche Theile abgeschnürt erscheint; die einzelnen Felder sind $^1/_{700}$ bis $^1/_{500}$'''; indem jedes einzelne Feld sich auf die beschriebene Weise wieder in vier Felder theilt, wächst das ursprüngliche Individuum zu den grossen von rechtwinkligen Linien durchschnittenen, leicht in einzelne viertheilige Zellen zerfallenden Platten.

Hasse fand die Sarcina auch in den Stuhlentleerungen; *Heller*[4]) scheint sie auch in einem Harnsedimente gefunden zu haben, in dem er sie jedoch nicht mit Sicherheit als solche erkannt hat.

1) *Meyen*, Neues System der Pflanzen. Bd. 6. S. 440.

2) *Ehrenberg*, Infusorien. S. 58. Taf. 3. Fig. 3.

3) *Frerichs*, Häser's Arch. Bd. 10. S. 175—208.

4) *Heller*, Arch. f. med. Ch. Bd. 4. H. 5. Fig. 5.

Hasse und *Kölliker*[1]), *Virchow*[2]), besonders aber *Schlossberger*[3]) haben genauere chemische Untersuchungen über die Constitution dieses Körpers angestellt. *Virchow* sah die Sarcinamolecüle durch Essigsäure sich gar nicht verändern, durch Kali anfangs durchsichtiger, später aber in amorphe Körnchen zerstört werden; *Hasse* und *Kölliker*, dass Säuren und Alkalien die Sarcinen nur blässer machen, dass sie beim Kochen mit Schwefelsäure gelöst, durch Kochen mit Salzsäure die grössern Abtheilungen in kleinere getrennt, durch erhitzte Kalilauge der Inhalt theilweise gelöst und das Gerüste vollkommen erhalten zurückgelassen werde, dass endlich die mit Schwefelsäure behandelte Sarcina durch Jod nur gelb gefärbt, durch Glühen aber vollständig zerstört werde. *Schlossberger* fand folgendes: Wasser, Alkohol, Aether und Fette, wie flüchtige Oele, liessen die Sarcinen unverändert; eben so wenig wirkten organische oder verdünnte Mineralsäuren darauf ein. Nach *Mulder's* Methode, die Cellulose zu erkennen, mit Jod und Schwefelsäure behandelt, zeigten sie durchaus keine blaue oder grünliche Färbung; durch concentrirte Schwefelsäure wurden die Sarcinen entfärbt, sehr durchsichtig; die Zwischenräume der grössten Felderabtheilungen quollen auf, und durch Zusatz von Wasser zerfielen sie in kleinere Plättchen; bei längerer Einwirkung lösten sich dieselben völlig auf; durch Salpetersäure wurden viele gelblich, jedoch nur, wenn sie vorher mit Kalilauge behandelt worden waren; demnach scheinen sie wenigstens zum Theil einen proteïnartigen Bestandtheil zu enthalten. Durch Salzsäure sie blau zu färben vermochte dagegen *Schl.* nicht; ja er zweifelt sehr an einem von der Hülle verschiedenen Inhalte, von dessen Gegenwart *Hasse* und *Kölliker* sich durch Salzsäure sowohl als durch Kali überzeugt zu haben glaubten. Aetzkali macht die Sarcinen aufquellen, namentlich die grössern Zwischenräume der Felder. Bei geistiger und saurer Gährung bleiben die Sarcinen unverändert.

Bei weitem zugänglicher der chemischen Untersuchung und physiologisch interessanter sind die meist flüssigen Materien, welche im *nüchternen* Zustande zuweilen, z. B. bei chronischem Magenkatarrh, bei rundem Magengeschwür, bei Magenkrebs, ausgebrochen werden. Obgleich erst nach Untersuchung solcher Ausscheidungen eine gedeihliche Erforschung der sonst mit Speisen gemischten erbrochenen Materien zu erwarten stand, so hat man doch bis jetzt nur wenig Analysen solcher durch den Mund entleerten Magen- und Darmausscheidungen ausgeführt und noch seltner damit die Diagnose der Krankheit festgestellt. So hat z. B. das sg. Wasserbrechen (Waterbrash) die Aufmerksamkeit der Aerzte erregt und das Ausgeworfene ist auch analysirt worden; doch einmal fand man die Flüssigkeit alkalisch, ein andermal ausserordentlich scharf sauer, ohne dass hierbei der pathologisch-chemische Process eine Berücksichtigung gefunden hätte. *Fre-*

1) *Hasse* und *Kölliker*, Mittheil. der Zürcher naturf. Gesellsch. 1847. S. 95.
2) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anatomie. Bd. 1. S. 364.
3) *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 6. S. 747—768.

richs[1]) hat auch hierin die Bahn gebrochen. Er hat nämlich nachgewiesen, dass in manchen Formen von Magenkrankheiten, namentlich dem chronischen Magenkatarrh der Säufer, zuweilen bei Magenkrebs und rundem Magengeschwür, die Speicheldrüsen consensuell gereizt sind und viel Speichel absondern, der sich im Magen ansammelt und endlich Erbrechen bedingt. In solchen Fällen trugen die erbrochenen Flüssigkeiten alle Charaktere des Speichels an sich; sie waren in den meisten Fällen alkalisch, oft auch neutral, selten sauer, enthielten viel Rhodanverbindungen und verwandelten Stärkmehl unter geeigneten Verhältnissen sehr bald in Zucker.

Diese Flüssigkeiten fand *Frerichs* durch Epithelien und Fetttröpfchen schwach getrübt; ihre Dichtigkeit schwankte zwischen 1,004 und 1,007, enthielten 0,472 bis 0,688% feste Bestandtheile, trübten sich wenig in der Hitze; mit Alkohol schieden sie weisse Flocken aus, welche die stärkeumwandelnde Kraft in hohem Grade besassen; die wässrige Lösung ihrer alkoholischen Extracte wurde durch Eisenoxydsalze dunkelblutroth. Aehnliche Arten von alkalisch reagirenden, durch Erbrechen entleerten Flüssigkeiten haben *Wright*, *Nasse*[2]), *Bird*[3]) untersucht.

Sehr oft hat man ein wässriges Erbrechen beobachtet, dessen flüssiges Auswurfsproduct sehr sauer reagirte; dasselbe kommt beim runden Magengeschwür und vielleicht auch bei nervösem Magenkrampf (wenn dieser wirklich existirt) vor. Leider sind solche Auswürflinge, wenn man in ihnen auch wirklich Milchsäure, Buttersäure oder Essigsäure mit chemischer Sicherheit nachgewiesen hätte, doch nicht so genau untersucht, dass sich entscheiden liesse, ob die überschüssige Säure in ähnlicher Weise, wie bei der Magenerweichung der Kinder (*Elsässer*), durch schleunige Gährung im Magen noch zurückgebliebener stärkmehlhaltiger oder zuckerbildender Speisereste entstanden sei, oder ob sie in Folge einer abnormen Labsaftabsonderung sich im Magen angesammelt habe.

Am häufigsten sind die in der Cholera erbrochenen reiswasserähnlichen Stoffe untersucht worden; dieselben kommen in ihrer physischen und chemischen Beschaffenheit fast vollkommen mit dem bei Urämie öfter eintretenden Erbrechen überein; sie sind gewöhnlich von schwachem, aber widrigem Geruche und saurer, neutraler oder auch alkalischer Reaction, setzen beim Stehen graulich weisse Flocken ab, die

1) *Frerichs*, a. e. a. O.
2) *Nasse*, Med. Correspondenzbl. rh. u. westph. Aerzte. 1844. Nr. 14.
3) *Bird*, Lond. med. Gaz. V. 29. p. 378 u. V. 30. p. 391.

aus Epithelialgebilden oder sg. Darmschleim bestehen, während die darüber befindliche Flüssigkeit klar und gelblich erscheint. Ausser den schönsten Gruppen von Cylinderepithelien finden sich in diesen Flüssigkeiten nur wenig organische Stoffe, dagegen verhältnissmässig viel anorganische Salze und darunter hauptsächlich Kochsalz mit wenig schwefelsaurem Alkali. Es hängt nur von dem Stadium der Krankheit ab, ob die Flüssigkeit sauer oder alkalisch reagirt; kurz nach Beginn der Krankheit ist das Erbrechen sauer; ich fand darin (wie *Hermann*[1]) Buttersäure und Essigsäure (vielleicht auch Metacetonsäure); enthielt die Flüssigkeit keine Speisereste, sondern war sie reiswasserähnlich und sauer oder neutral, so fand ich (wie *Schmidt*[2]) constant *Harnstoff*. War die Krankheit dagegen weiter vorgeschritten, die die Urämie begleitenden Hirnsymptome eingetreten und erfolgte nun überhaupt noch Erbrechen, so fand sich neben andern Ammoniaksalzen besonders kohlensaures Ammoniak und die Flüssigkeit war deshalb alkalisch. *Eiweiss* findet sich nur in sehr geringen Quantitäten bei saurer Reaction der Flüssigkeit, in grössrer Menge bei alkalischer Reaction.

Das specifische Gewicht solcher Flüssigkeiten schwankt zwischen 1,025 und 1,007; sie enthalten 0,4 bis 0,6% feste Bestandtheile, unter letztern oft mehr als die Hälfte mineralische (*Wittstock*[3], *Mulder*[4]), *Andral*[5]), *A. Taylor*[6]), *Becquerel*[7]), *Güterbok*[8]), *Schmidt*.)

Das Eiweiss, über dessen Gegenwart oder Abwesenheit in den Choleradejectionen man sich so viel herumgestritten hat, ist meist nur unter Zuziehung von Salmiak oder bei alkalischer Reaction durch Neutralisation der Flüssigkeit kenntlich zu machen.

Was das Erbrechen von galligen Substanzen betrifft, so kann auch dieses von sehr verschiedener Art sein. Am gewöhnlichsten sehen wir gallige Substanzen zugleich mit Speiseresten erbrochen werden; auch lassen sich bei einer genauern chemischen Untersuchung die Gallensäuren (durch die *Pettenkofer*'sche Probe) in den meisten durch Erbrechen entleerten Substanzen nachweisen; es ist auch sehr leicht erklärlich, dass durch die antiperistaltische Bewegung zugleich der Inhalt des Dünndarms und somit auch Gallenstoffe zu Tage gefördert

1) *Herrmann*, Poggend. Ann. Bd. 22. S. 169.
2) *C. Schmidt*, epidemische Cholera u. s. w. S. 72.
3) *Wittstok*, Pogg. Ann. Bd. 24. S. 525.
4) *Mulder*, Natuur en Scheikundig Archif D. 1. St. 1. 1833.
5) *Andral*, Gaz. medic. 1847. p. 654.
6) *A. Taylor*, Chemical Gaz. 1849. p. 95.
7) *Becquerel*, Arch. génér. de méd. 18. Octbr. 1849.
8) *Güterbock*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 48. S. 780 u. 850.

werden. Grössere Mengen von Galle mit wenig Speiseresten oder nur mit Magensaft und Speichel gemengt sehen wir bei entzündlichen Zuständen der Unterleibsorgane, namentlich des Peritonäums, sowie auch bei Hirnaffectionen entzündlicher Art durch Erbrechen ausgeworfen werden; das Erbrochene ist dann grasgrün oder grünspahnähnlich gefärbt (Vomitus aeruginosus). Die grüne Farbe verdanken diese Flüssigkeiten der grünen Modification des Gallenpigments, welches durch die Einwirkung der freien Säure des Magensaftes aus dem braunen hervorgegangen ist; die Flüssigkeit reagirt auch in der Regel stark sauer und zeigt mit Salpetersäure oder salpetersäurehaltiger Schwefelsäure noch den schönsten, dem Gallenpigmente eigenthümlichen Farbenwechsel; sie enthält gewöhnlich keine in der Hitze gerinnbare Substanz, wohl aber Speichel, wie wenigstens aus der im alkoholischen Extracte nachweisbaren Gegenwart von Rhodanverbindungen hervorgeht. Wie jeder erbrochenen Masse, so sind auch dieser neben Speichel Pflaster- und Cylinderepithelien ebensowohl als Fetttröpfchen beigemengt; letztere pflegen in diesem Falle durch die Gegenwart des Cholepyrrhins unter dem Mikroskop grün gefärbt zu erscheinen.

Blutiges Erbrechen kann sich bekanntlich zu sehr verschiedenen Zuständen hinzugesellen; weniger wichtig für die nähere Untersuchung ist frisches erbrochenes Blut; dasselbe ist oft noch flüssig und ziemlich hellroth, wenn es gleich nach dem Austritte aus den Gefässen entleert wird; dagegen ist es in der Regel dunkelbraunroth gefärbt, geronnen und mit Speiseresten gemischt. Wenn bei capillären Magenblutungen, die bekanntlich in den verschiedensten Leiden ihren Grund haben können, z. B. in rundem Magengeschwür, Magenkrebs, hämorrhagischen Erosionen der Magenschleimhaut, Störungen in der Circulation des Bluts im Unterleibe, besonders der Milz und Leber u. dergl. mehr, das Blut längere Zeit im Magen verweilt: so erfolgt das von frühern Pathologen so hervorgehobene Erbrechen brauner und schwarzer, kaffeesatzähnlicher oder chocoladefarbener Massen. Rudimentäre Blutkörperchen sind in diesen Massen immer mikroskopisch zu erkennen; sollte man sich aber nicht auf die mikroskopische Untersuchung verlassen können, so kann durch schwefelsäurehaltigen Alkohol aus den getrockneten Massen leicht eine rothe Flüssigkeit erhalten werden, welche nicht blos durch die Beschaffenheit ihres festen Rückstands, sondern auch durch den Reichthum des letztern an Eisen die Gegenwart des Hämatins verräth. Fetttröpfchen, Epithelialgebilde u. s. w. findet man auch in diesen Massen.

Zucker lässt sich sehr oft im Erbrochenen nachweisen; *Mac Gregor*[1]), *Polli*[2]) und neuerdings *Scharlau*[3]) wollen solchen hauptsächlich im Mageninhalte Diabetischer gefunden haben; zwei Beobachtungen von *Frerichs*[4]) scheinen diese Beobachtungen zu bestätigen; derselbe fand nämlich in dem durch Brechmittel entleerten Mageninhalte von Diabetikern sehr viel Zucker, aber durchaus kein Dextrin. Merkwürdig war übrigens, dass trotz Neutralisation der sauren erbrochenen Masse keine Milchsäuregährung eingeleitet werden konnte.

Frerichs glaubt, dass wir durch diese Erfahrung einen Wink für die Erklärung der Pathogenese des Diabetes erhalten; so wenig dieses Moment, wenn es sich als constant erweisen sollte, zu vernachlässigen sein dürfte, so dünkt es uns doch, als ob das Wesen des Diabetes kaum in den ersten Wegen zu suchen sei; denn auch im normalen Zustande wird Stärkmehl im Magen in Zucker verwandelt, und Zucker im Blute gefunden; in der Leber wird Zucker gebildet, d. h. er wird nicht nur nach *Bernard* darin gefunden, sondern, wie ich beobachtet, geht weit mehr Zucker aus der Leber durch die Lebervenen ab, als durch Pfortader und Leberarterie ihr zugeführt wird; es ist daher wohl für jetzt richtiger mit *C. Schmidt* anzunehmen, dass im Diabetes die Umwandlung oder Rückbildung des Zuckers gehemmt sei. Dass übrigens viel Zucker im Mageninhalte von Diabetikern gefunden wird, ist wohl nicht zu verwundern, da es nicht unwahrscheinlich ist, dass, wie durch die Speicheldrüsen, auch durch die Labdrüsen aus dem diabetischen Blute Zucker ausgeschieden wird.

Nasse[5]) hat einen sonderbaren Fall beobachtet, wo grössere Mengen von Fett erbrochen wurden, welche wenigstens nicht mit Wissen des Arztes von aussen in den Magen gelangt waren.

Obgleich bereits aus der obigen Darstellung der Veränderungen, welche die einzelnen Stoffe im Darmkanale bis in das Rectum erleiden, gnügend ersichtlich ist, welche Beschaffenheit die festen Excremente im normalen Zustande haben, so müssen wir doch der pathologischen Verhältnisse der Stuhlentleerungen wegen hierauf zurückkommen. So wichtig die Erforschung dieses Gegenstandes für den Physiologen, besonders aber für den Arzt auch ist, so wenig genauere Untersuchungen besitzen wir von demselben. Die Untersuchung der festen Excremente ist aber auch mit so mancherlei Schwierigkeiten und Unannehmlichkeiten verbunden, dass selbst ein *Berzelius* sich über die Misslichkeiten seiner Untersuchung beklagt. Sieht man auch ganz ab von der Ueberwindung, die dazu gehört, solche Objekte überhaupt in der Wärme zu behandeln, ferner von der äussersten Verschiedenheit, welche sie je nach den genossenen Nahrungsmitteln zeigen, von der Leichtigkeit, mit welcher die Zersetzungsprocesse sich in diesen Massen fortpflanzen: so tritt noch besonders der Umstand einer einiger-

1) *Mac Gregor*, Lond. med. Gaz. Mai 1837.
2) *Polli*, Omodei annali univers. Mai u. Jun. 1839.
3) *Scharlau*, Zuckerharnruhr. Berlin 1846.
4) *Frerichs*, a. a. O. S. 804.
5) *Nasse*, Med. Correspondenzbl. rh. u. westph. Aerzte. 1844. Nr. 14.

massen guten Analyse hindernd in den Weg, dass alle Lösungsmittel trübe, durch jedes Filter gehende Lösungen geben und dass die zersetzten Gallenbestandtheile sich in alle Menstruen mit verbreiten, so dass nicht leicht ein Stoff extrahirt werden kann, dem nicht etwas zersetzter Gallenfarbstoff oder faulige Gallensubstanz adhärirte.

Ein Erwachsener entleert nach gemischter Kost in 24 St. im Zustande der Gesundheit ungefähr 120 bis 180 grm. halbfester, braungefärbter Massen, deren übler Geruch nach *Valentin's* Untersuchung weit mehr von zersetzten Gallenbestandtheilen als Speiseresten herrührt. In jenen Massen sind ungefähr 25% fester Bestandtheile enthalten, so dass also mit dem Stuhlgange eines gesunden Menschen bei gemischter Kost 30 bis 45 grm. fester, trockner Materie abgehen würden.

Da wir oben zugleich mit dem Dickdarminhalte die Bestandtheile der Fäces in Betracht gezogen haben, so gehen wir sofort zur Auseinandersetzung der Verschiedenheiten über, welche die Excremente unter besondern physiologischen und pathologischen Verhältnissen zeigen.

Es ist wohl ganz überflüssig, hier noch zu bemerken, dass, je nach der Art der genossenen Nahrungsmittel, sich in den Fäces bald mehr bald weniger unverdauliche Speisereste, wie Pflanzenzellgewebe, Sehnen, Häute u. s. w. vorfinden, dass ferner um so mehr unzersetzte Galle gefunden wird, je schneller die Speisen den Darmkanal durchlaufen haben u. s. w. Wichtiger ist die Untersuchung der Beschaffenheit des sg. Mekoniums, sowie des Darminhalts des Fötus überhaupt.

Vom *fünften bis sechsten Monate* findet man im Dünndarme des *menschlichen Fötus* nach meinen Erfahrungen immer eine hellgelblich gefärbte Masse von neutraler oder schwach saurer Reaction; das ätherische Extract derselben besteht aus Margarinsäure, Oelsäure und verseifbarem Fett, gibt aber mit Schwefelsäure und Zucker nur sehr allmälig eine blaurothe Färbung; im alkoholischen Extracte lässt sich taurocholsaures Natron theils aus dem Verhalten gegen Bleisalze, Säuren und Alkalien, theils durch die Schwefelsäurebildung beim Behandeln mit Kali und Salpeter nachweisen, so auch Gallenfarbstoff, wiewohl nicht immer durch Salpetersäure, ausserdem Chlornatrium und Chlorkalium. Siedender Alkohol zieht aus der in kaltem Alkohol unlöslichen Masse eine beim Erkalten sich abscheidende und auch in seinen weitern Reactionen dem Caseïn oder Natronalbuminat ähnliche Substanz aus; der wässrige Auszug enthält neben Spuren von schwefelsauren

Alkalien eine nur durch Gerbsäure (nicht durch neutrale oder basische Blei- oder Silberoxydsalze) fällbare Substanz. Bei weitem der grösste Theil der festen Materien solchen Dünndarminhalts (gegen 89 bis 96% vom trocknen Rückstande) besteht aus unlöslicher Materie, d. h. aus Epithelialgebilden und Schleim.

Der *Inhalt des Dickdarms* im sieben- bis neunmonatlichen Fötus ist schon fast vollkommen gleich dem nach der Geburt entleerten *Mekonium;* er bildet dunkelgefärbte, braungrüne, fast schwarze, ziemlich compacte Massen, ohne Geruch und ohne auffallenden Geschmack; diese Masse ist aber sehr zur Zersetzung geneigt (wie auch *Höfle*[1]) gefunden); in 24 St. hatte sie bei gewöhnlicher Temperatur Spiritus von 78,8% bei mittlerer Temperatur in Essigsäure verwandelt. Den Dickdarminhalt sowie das Mekonium fand ich in der Regel von saurer Reaction, selten neutral; unter dem Mikroskop zeigt es sich wesentlich aus Epithelium und Schleimkörperchen bestehend; das Epithelium ist schön grün tingirt; Aether zieht ziemlich viel Fett aus, in welchem bei vorsichtigem Verdunsten die schönsten Cholesterinblättchen wahrzunehmen sind; das alkoholische Extract bildet eine schmierige schwarzbraune Masse, welche unter dem Mikroskop nichts krystallinisches zeigt; weder auf Gallensäure noch auf Gallenpigment konnte (durch Schwefelsäure und Zucker und andrerseits durch Salpetersäure) eine entschiedene Reaction erhalten werden. Der wässrige Auszug, auch wenn er vor der Behandlung mit Alkohol und Aether bewerkstelligt worden ist, enthält keine coagulable oder durch Essigsäure fällbare Materie, dagegen einen nicht durch Metallsalze, wohl aber durch Gerbsäure fällbaren, stickstoffhaltigen Körper, aber keine Spur von Sulphaten.

Die hellgelben, halbflüssigen Excremente der Säuglinge enthalten, wie schon *Fz. Simon*[2]) nachgewiesen, sehr viel Fett, welches natürlich von der genossenen Milch herrührt, ausserdem noch viel geronnenen aber unverdauten Käsestoff; das alkoholische Extract gibt in der Regel mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure den bekannten Farbenwechsel des Cholepyrrhins; gewöhnlich tritt mit dem alkoholischen Extracte auch die *Pettenkofer*'sche Reaction ein. Epithelien fehlen auch in diesen Excrementen nicht.

Liebig hatte schon früher darauf aufmerksam gemacht, dass in

1) *Höfle*, Chem. u. Mikrosk. 2. Aufl. S. 85.

2) *Fz. Simon*, Medic. Chemie. Bd. 2. S. 488.

den festen Excrementen nur wenig lösliche Salze enthalten seien; ich fand in der Asche normaler menschlicher Excremente nur 23,067% löslicher Salze; *Fleitmann*[1]) (nach reichlichem Fleischgenuss) dagegen 30,58%; und *Porter*[2]) 31,58%; nach letzterem finden sich in getrockneten normalen Excrementen überhaupt durchschnittlich 6,69% Mineralstoffe. Die Asche der menschlichen Fäces enthält nach *Fleitmann* 30,98%, nach *Porter* 36,03% an Alkalien oder Erden gebundener Phosphorsäure, die mit 3 At. Basis verbunden gefunden wird; ersterer fand nur 1,13%, letzterer 3,13% Schwefelsäure; auffallend ist, dass nach beider Analysen das Kali ausserordentlich überwiegend ist über das Natron; rechnet man das Chlornatrium aus den löslichen Bestandtheilen der Asche ab, so ist das Verhältniss zwischen Natron zu Kali in der Asche nach *Fleitmann* = 1 : 40, nach *Porter* aber nur = 1 : 12; diese Differenz hängt jedenfalls von der Natur der genossenen Nahrungsmittel ab. Schon *Berzelius* wies darauf hin, dass im Darme mehr Kalk- als Talkerde absorbirt werden müssen, da sich in den festen Excrementen weniger Kalk und relativ mehr Talkerde vorfinde, als in den aufgenommenen Nahrungsmitteln; je nach der Natur der letztern wird indessen auch in den Fäces die Proportion zwischen Kalk- und Talkerde verschieden sein, indessen immer verhältnissmässig viel Talkerde gefunden werden. *Fleitmann* fand in 100 Th. Asche auf 21,36 Kalk = 10,67 Talkerde, *Porter* auf 26,46 = 10,54. Demnach ist die Proportion zwischen Magnesia und Kalk in den Excrementen = 1 : 2 bis 2½. Chloralkalien kommen in den Excrementen in sehr geringer Menge vor (1,5 bis 4,4%), dagegen finden sich in der Asche derselben immer kohlensaure Salze. Dass den Excrementen immer Sand beigemischt ist, hat schon *Berzelius* beobachtet und *Fleitmann* wie *Porter*[2]) wiederholt gefunden.

Die Asche des Kothes pflanzenfressender Thiere (von Kühen, Schafen und Pferden) wurde von *J. R. Rogers*[3]) analysirt und im wesentlichen dieselben Resultate wie beim Menschen erhalten. Warum hier mehr Kieselerde und Sand gefunden wurde, ist leicht einzusehen; bemerkenswerther ist, dass *Rogers* kaum Spuren kohlensaurer Alkalien in solchen Aschen vorfand.

Leichtlösliche Salze gehen in grösserer Menge nur in die festen Excremente mit über, wenn sie Diarrhöe erregen; *Laveran* und *Millon*[4]) haben dies vom schwefelsauren Natron und essigsauren Kali, ich vom phosphorsauren Natron dargethan.

1) *Fleitmann*, Pogg. Ann. Bd. 76. S. 356.
2) *Porter*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 71. S. 109—115.
3) *J. R. Rogers*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65. S. 85—99.
4) *Laveran* und *Millon*, Ann. de Chim. et de Ph. T. 12. p. 135.

Die Gegenwart von Krystallen phosphorsauren Talkerde-Ammoniaks in menschlichen Stuhlgängen sah man eine Zeit lang als ein Zeichen einer schweren Krankheit, namentlich des Typhus, an: allein man ist jetzt allgemein zu der Ueberzeugung gelangt, dass solches keineswegs der Fall ist, sondern dass diese oft auch in ganz normalen Stühlen vorkommen und nur durch besonders begünstigende Umstände in vermehrter Menge gefunden werden; indessen darf nicht in Abrede gestellt werden, dass in gewissen Darmkrankheiten, wo die abgesonderten Säfte und der Darminhalt leicht in Zersetzung übergeht, wie in Typhus, Cholera und manchen Dysenterien, solche Tripelphosphatkrystalle in ausserordentlich grosser Menge durch das Mikroskop in den Stuhlgängen gefunden werden.

Es ist schon oben angedeutet worden, dass in allen den Fällen, wo die Speisen den Darmkanal schneller durchlaufen, stets eine grössere Menge unzersetzter Galle gefunden wird; daher wir solche ebensowohl beim Gebrauche salinischer als scharfer Abführmittel und so auch bei der einfachsten katarrhalischen Diarrhöe vorfinden, wie schon *Pettenkofer*[1]) darthat. Dass bei Icterus, der von Verstopfung der Gallencanäle abhängig ist, selbst die Zersetzungsproducte der Galle in den Stühlen fehlen, ist eine kaum erwähnenswerthe Thatsache. Die Excremente pflegen in solchen Fällen von schmutzig weissgrauer Farbe und sehr widrig fauligem Geruche zu sein; man findet aber sonst in ihnen keine wesentlichen Unterschiede von den normalen.

Eine *grüne Farbe der Excremente* wurde lange Zeit für ein Zeichen der Gegenwart von Galle gehalten, später wurde aber deren Anwesenheit in den grünen Stuhlgängen gänzlich geläugnet. Es sind aber allerdings der Fälle nur wenige, in welchen die grüne Farbe der Fäces von beigemengtem nicht genügend umgewandeltem Gallenfarbstoff abhängt. Diese Fälle beschränken sich fast nur auf den Zustand wahrer Polycholie, wie er selten bei Erwachsenen, gewöhnlich bei Icterus neonatorum vorkommt; hier scheint das Cholepyrrhin durch das Vorherrschen freier Säure nur bis zu der Modification des Pigments im Darme umgewandelt zu werden, die man Biliverdin genannt hat. Salpetersäure gibt mit dem alkoholischen Extracte solcher Stuhlgänge die bekannten Reactionen auf Gallenpigment, und mit concentrirter Schwefelsäure und Zucker die Reactionen auf die harzigen Säuren, so dass an dem reichlichen Vorhandensein wenig veränderter Galle in solchen Stühlen nicht zu zweifeln ist.

1) *Pettenkofer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53. S. 90.

Am bekanntesten sind die grasgrünen, breiigen Stuhlgänge, welche man *nach Calomelgebrauch* so häufig findet; es ist über die Ursache dieser Färbung manches experimentirt, aber weit mehr discutirt worden. Das Verhältniss, wie es aus unsern Untersuchungen hervorgeht, ist dieses: in den Stuhlgängen nach Calomelgebrauche findet man constant Quecksilber, mögen dieselben grün oder schwarz gefärbt sein oder ihre gewöhnliche Farbe haben; dies ist schon von *Herrmann*[1]) und besonders von *Merklein*[2]) ganz entschieden nachgewiesen worden; auch *Höfle* hat sich von der Gegenwart des Quecksilbers in solchen Fäces überzeugt; durch Schlämmen lässt sich, wie *Merklein* zuerst beobachtete, das Schwefelquecksilber aus den in Wasser angerührten Stühlen trennen und dann chemisch sehr leicht als solches nachweisen; die dunkle Farbe des Schwefelquecksilbers kann allerdings in feinerer Vertheilung mit thierischen Stoffen, gleich dem Schwefeleisen, besonders aber mit dem gelben Gallenpigmente eine lichtgrüne Farbe hervorrufen; ja schon Calomelpulver, mit gelbbraunen Excrementen zusammengerieben, bewirkt nach *Herrmann* eine grünliche Färbung derselben. Man darf aber dieser Thatsachen ungeachtet die Gegenwart wenig veränderter Galle in den Calomelstühlen nicht in Abrede stellen; denn aus dem sorgfältig bereiteten alkoholischen Extracte, dessen Menge gewöhnlich nicht gering zu sein pflegt, vermag man durch Salpetersäure die Gegenwart des Gallenpigments und durch die *Pettenkofer*'sche Probe die der harzigen Gallensäuren mit Leichtigkeit nachzuweisen. Wer solche Stühle selbst untersucht, wird wenigstens zu der subjectiven Ueberzeugung gelangen, dass ein Theil der grünen und zwar lichtern Färbung solcher Excremente wohl vom Gallenpigmente mit herrühren möge. Hierzu kommt aber, dass *Buchheim*[3]) neuerdings sich an mit künstlichen Gallenblasenfisteln (nach *Schmidt's* und *Bidder's* Methode angelegt) versehenen Hunden überzeugt hat, dass durch Calomelgebrauch in der That eine vermehrte Gallensecretion neben reichlicherer Schleimabsonderung bedingt wird. Wenn übrigens nach Calomelgebrauch zuweilen (ja gar nicht so selten) keine grünen, sondern normal gefärbte oder dem speciellen krankhaften Processe eigenthümliche Stuhlgänge beobachtet werden, so wird wohl Niemand dies als Grund gegen die *Merklein*'sche Ansicht geltend

1) *Herrmann*, De rationibus dosium calomellis etc. diss. inaug. Hauniae 1839.

2) *Merklein*, über die grünen Stühle nach dem Gebrauche des Calomels im typhösen Fieber. Inauguralabhandlg. München 1842.

3) *Buchheim*, Privatmittheilung.

machen wollen; denn das versteht sich wohl von selbst, dass gerade bei abnormen Zuständen im Darme nicht immer die Bedingungen zur Bildung von Schwefelquecksilber vorhanden sein werden; andrerseits würde diess ebensowenig gegen die Theilnahme des Gallenpigments an der Färbung sprechen, da ja durch die verschiedensten Verhältnisse die Einwirkung des Calomels auf die Lebersecretion modificirt und gänzlich gehemmt werden kann.

Anders verhält es sich mit den dunkeln, oft schwarz, häufig aber auch grün gefärbten Stuhlgängen nach längerm Gebrauche von Eisenpräparaten oder eisenhaltigen Mineralwässern, namentlich solchen, die neben kohlensaurem Eisenoxydul schwefelsaures Natron enthalten. Dass in diesen Excrementen die grüne Farbe von Schwefeleisen herrührt, hat *Kersten*[1]) zuerst dargethan. Derselbe hat wohl nur darin geirrt, dass er die Färbung dem Doppeltschwefeleisen zuschrieb, verführt durch die Analogie mit der Bildung des Speerkieses (prismatischen Schwefelkieses, $Fe\ S_2$), welche bekanntlich in stagnirenden Wässern vor sich geht, wo organische Substanzen neben Eisenoxyden und schwefelsauren Alkalien in Fäulniss übergehen. In drei Fällen, wo ich grüne und schwarze Excremente solcher analysirte, welche längere Zeit Marienbader Kreuzbrunnen an der Quelle gebraucht hatten, fand ich[2]) im trocknen Rückstande der breiigen Stühle 3,163 %, 1,039 % und 2,100 % Einfachschwefeleisen.

Das wässrige Extract dieser Excremente enthielt sehr viel schwefelsaures Eisenoxydul, dessen Menge um so grösser zu sein schien, je länger die Excremente mit Wasser an der Luft digerirt worden waren. Der in den indifferenten Menstruis unlösliche Rückstand dieser Excremente entwickelte mit Salzsäure Schwefelwasserstoff, während die abfiltrirte salzsaure Flüssigkeit Eisen durch alle Reagentien deutlich erkennen liess. Indem ich nun den in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen Rückstand in drei Theile schied, aus dem einen das Eisen mit Salzsäure auszog, die Lösung mit Chlor behandelte und das Eisenoxyd nach Fällung mit Aetzammoniak quantitativ bestimmte, den zweiten Theil mit Königswasser behandelte und aus der Lösung Eisen und Schwefelsäure bestimmte, und endlich den dritten Theil mit kohlensaurem und salpetersaurem Natron einäscherte: ergab sich das Verhältniss des Eisens zum Schwefel um die Proportion von 28 : 16 schwankend, was also offenbar für Einfachschwefeleisen sprechen würde.

Man hat daran gezweifelt, dass das Schwefeleisen selbst im Zustande feinster Vertheilung eine grüne Farbe hervorbringen könne: allein man kann sich sehr leicht hiervon überzeugen, wenn man Eiweiss mit einem Eisenoxydul-

1) *Kersten,* Walther's und Ammon's Journ. f. Chir. Th. 3. S. 180.

2) *Lehmann,* Göschens Jahresber. Bd. 3. S. 42.

salze versetzt, den Niederschlag durch ein Alkali auflöst und Schwefelwasserstoff zuleitet oder eine Schwefelleber zusetzt; es entsteht alsdann kein Niederschlag, sondern die vorher farblose Flüssigkeit wird von gebildetem Schwefeleisen intensiv stahlgrün gefärbt.

Das nur wenig gelb gefärbte alkoholische Extract jener Excremente enthält weder Gallenpigment noch harzige Gallensäuren, dagegen ist im ätherischen Extracte neben Fett eine Substanz enthalten, welche die deutlichste Reaction auf Zusatz von Zucker und Schwefelsäure liefert.

In dem ätherischen Extracte, welches 6 bis 16 % der getrockneten Excremente betrug, war neben Margarin und Elain Buttersäure und wahrscheinlich noch einige andre derselben nahe stehende Säuren enthalten. In 100 Th. der trocknen Excremente waren 22 bis 24 % in Alkohol lösliche Stoffe, 14,5 bis 18,7 % nur in Wasser lösliche und 16,6 bis 26,8% unlösliche Materien (Speisereste, Schleim u. s. w.) enthalten. An Mineralstoffen fanden sich in diesen Excrementen nach dem Trocknen 18,4 bis 27,8 %, und darunter 3,04 bis 4,67 % schwefelsaures Natron.

Manche vegetabilische Stoffe bedingen auch zuweilen eine mehr oder weniger *grüne* oder *schwarze Farbe der Excremente*; bei medicinischem Gebrauch von Indigo werden die Stuhlgänge oft grün gefunden; schwarz häufig nach dem von Heidelbeeren oder dem Gebrauche von Kohle; lichtgelb nach dem von Rheum, Gummigutt und Safran; hellgelb ist der Stuhlgang jedoch auch, wenn Galle dem Darme nur spärlich zufliesst, daher bei manchen Leberaffectionen.

Reich an Fett findet man die Excremente nach dem Genusse fettreicher Nahrungsmittel, was leicht erklärlich ist, da nach *Boussingault's* so wie *Bidder's* und *Schmidt's* Versuchen im Darmkanal nur bestimmte Quantitäten Fett resorbirt zu werden pflegen; dieselbe Beobachtung macht man daher auch beim Gebrauche von Leberthran. Krankhafter Weise soll man nach *Heinrich*[1]) den Fettgehalt der Fäces vermehrt finden bei Consumtionskrankheiten, namentlich bei Lungenphthisen, Bright'scher Krankheit und Diabetes mellitus; constant ist jedoch diese Fettvermehrung bei keiner dieser Krankheiten zu beobachten.

Zucker hat man bei Diabetes mellitus in den Excrementen nachzuweisen vermocht; jedoch findet er sich auch nicht constant.

Das Vorkommen von Blut in den Fäces ist eine der häufigsten, wiewohl oft übersehenen Erscheinungen. Bei Hämorrhoïden, Dysenterien und andern erheblichen Blutungen des Dickdarms ist die Gegen-

1) *Heinrich*, Häser's Arch. Bd. 6. S. 306.

wart von Blut nicht zu übersehen und bedarf in der Regel keines künstlichen Nachweises. Ist dagegen die Blutung sehr gering und geht sie namentlich vom Magen oder Dünndarm aus, so erscheinen die Excremente verschieden gefärbt, so dass wenigstens aus der Farbe und übrigen Beschaffenheit der Fäces nicht ohne weiteres auf beigemengtes Blut geschlossen werden kann. Sehr bekannt sind die schwarzen oder chocoladefarbenen, theerartigen Stühle, wie man sie sonst als der Melaena eigenthümlich annahm, aber in allen Fällen von Blutungen im obern Theile des Darmkanals, bei rundem Magengeschwüre des Magens oder Duodenums, bei Krebs, Corrosionen u. s. w. beobachtet. Mikroskopisch sind in solchen Excrementen immer Rudimente von Blutkörperchen nachzuweisen, und chemisch durch schwefelsäurehaltigen Alkohol das Hämatin; farblose Blutkörperchen oder Schleimkörperchen fand ich in einem Falle (bei Krebs) in grosser Menge beigemischt. Im Typhus geschieht es nicht allzu selten, dass ohne Gebrauch von Calomel grüne flüssige oder halbflüssige Excremente entleert werden (während oft nach Calomelgebrauch in dieser Krankheit keine solche Färbung beobachtet wurde); diese grüne Färbung rührt hier, wie zuweilen auch in der Ruhr und bei Darmkrankheiten kleiner Kinder von beigemengtem Blute her. Gallenfarbstoff und Gallensäure sind in solchen Stühlen nur selten in erheblicher Menge durch die chemische Untersuchung nachzuweisen; betrachtet man jedoch dieselben unter dem Mikroskop, so findet man immer verzerrte, theils noch deutlich gelb gefärbte, theils sehr blasse Blutkörperchen neben farblosen, den Eiterkörperchen ähnlichen Zellen. Es ist daher kaum daran zu zweifeln, dass in solchen Excrementen die grünliche Färbung wesentlich durch das darin vertheilte Blut bedingt werde; finden wir doch z. B. vorzugsweise im Typhus auch in andern Ausscheidungen, die nie von einem Blutabgange begleitet sind, eine grüne Färbung z. B. im Lungenauswurfe, der ja selbst bei normal verlaufenden Pneumonien sehr oft eine ins grüne stark übergehende Färbung annimmt und die schönsten Blutkörperchen mikroskopisch erkennen lässt.

Eiweiss in coagulirbarem Zustande kommt zuweilen in normalem Stuhlgange vor, wie bereits oben erwähnt worden ist. In der grössten Menge wird es jedoch beim Ruhrprocesse durch den Darm ausgeschieden; die Dejectionen sind in dieser Krankheit oft so reich an Eiweiss, dass auf Zusatz von Salpetersäure und durch Kochen nach Neutralisation mit Ammoniak die ganze Flüssigkeit erstarrt. Sehr oft findet man auch gerinnbares Eiweiss in den breiweichen oder

flüssigen Fäcalmassen, welche zuweilen bei Bright'scher Krankheit vorkommen. Constant findet sich aber Eiweiss und zwar in ziemlich grosser Menge in den flüssigen Stühlen bei Typhus. In der Cholera ist in den Stuhlgängen immer etwas gerinnbares Eiweiss nachzuweisen; nur muss man hier, wie bei der Untersuchung der meisten eiweisshaltigen Stühle, die Flüssigkeit, da sie in der Regel alkalisch reagirt wegen grössern oder geringern Gehalts an kohlensaurem Ammoniak, vor dem Kochen mit Essigsäure neutralisiren oder die Coagulation des Albumins durch Salpetersäure, Alkohol u. dergl. bewerkstelligen. Der Eiweissgehalt der Darmdejectionen ist indessen bei der Cholera bei weitem geringer als im Typhus.

Epithelialgebilde finden sich in jedem diarrhoïschen Stuhlgange; bei Typhus, Cholera und Dysenterie lässt sich aus den Stuhlgängen die oft sehr rapide Abschilferung des Epitheliums verfolgen, welches meist noch in ganzen Gruppen zusammenhängt, ja in der Cholera findet man oft den vollständigen Epithelialüberzug einzelner Darmzotten.

Schleim- oder Eiterkörperchen fehlen selten in einem diarrhoischen Stuhle; hauptsächlich findet man sie schon bei einfacher, katarrhalischer Diarrhöe; sie werden aber zuweilen in solchen Mengen in den Ausleerungen gefunden, dass man ihrem milchigen Ansehen nach diese Erscheinung *Chylorrhöe* genannt hat. Bei chronischem Verlauf der Dyssenterie, der sg. Lienterie, wird diese Erscheinung am gewöhnlichsten beobachtet. Im Typhus und der Cholera findet man immer sehr viel solcher Zellen, hauptsächlich aber in der reinen Dyssenterie.

Einen glasartigen Schleim, in grösseren oder kleineren Massen zusammengeballt, findet man bei Dickdarmkatarrh, möge derselbe primär sein oder sich zu Typhus u. dergl. hinzugesellt haben; dieser Schleim ist den Dickdarmfollikeln entsprossen und verräth seinen Ursprung durch die in ihm mikroskopisch erkennbaren runden blassen oder länglichen granulirten Zellen und Zellenkerne.

Pseudomembranen, fibrinöse Exudate und brandig abgestossene Scheimhautschorfe findet man in den Ausleerungen bei Typhus, croupöser Dysenterie und Follicularverschwärung.

Die verschiedenen *Eingeweidewürmer*, *Hydatiden* u. s. w., welche in den Stuhlentleerungen vorkommen können, gehören nicht vor unser Forum.

Der bessern Uebersicht wegen stellen wir noch kurz das physische und chemisehe Verhalten der Darmdejectionen bei gewissen Krankheiten: bei Typhus, Dysenterie und Cholera zusammen.

Im Typhus sind die Darmentleerungen gewöhnlich flüssig, gelblich braun oder erbsenfarben, von abscheulichem Geruche und alkalischer Reaction. Lässt man den Stuhl einige Zeit stehen, so bildet sich ein gelblicher schleimiger Bodensatz, in welchem Flocken von unverdauten Speiseresten, weisse Körnchen und bei gleichzeitigem Dickdarmkatarrh einzelne Klümpchen glasartigen Schleimes zu bemerken sind. Die Flüssigkeit ist gelblich trüb oder blassbräunlich, enthält mehr oder weniger Eiweiss. Die weissen Körnchen im Sedimente, die ungefähr von der Grösse eines Stecknadelknopfes sind, zeigen unter dem Mikroskope fast nur eine amorphe Masse, die wahrscheinlich nichts anderes ist, als ein Product der Darmgeschwüre; das in der Flüssigkeit suspendirte Epithelium ist meist gelblich tingirt; Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak finden sich im Sedimente in grosser Menge; in der Flüssigkeit stösst man in der Regel auch auf verzerrte, verblasste Blutkörperchen. Sehr oft findet man durch das Mikroskop auch Vibrionen, so wie Pilzbildungen verschiedener Art. Von der grünen Färbung der Typhusstühle ist schon in dem Obigen die Rede gewesen. Die über dem Sedimente befindliche Flüssigkeit enthält neben variabeln Eiweissmengen nur wenig Gallenstoffe, aber besonders viel lösliche Salze und darunter hauptsächlich Chlornatrium.

Beim Beginn des Ruhrprocesses findet man in den Darmentleerungen hauptsächlich Epithelium und eine an Eiweiss arme, noch mit wahrhaften Fäcalstoffen gemengte Flüssigkeit; nimmt der Process einen stark croupösen Character an, so wird hauptsächlich Blut, gemengt mit einer eitrigen Masse, entleert, in der man fibrinöse Exsudate, Blutkörperchen, Cylinderepithelium und Eiterkörperchen wahrnehmen kann; bei weniger heftigem Verlauf der Krankheit walten dagegen die Klümpchen glasartigen Schleims aus den Dickdarmfollikeln vor; Tripelphosphatkrystalle fehlen auch hier nicht; die Flüssigkeit ist ausserordentlich reich an Albumin, ein wahrhaftes Transsudat des Blutplasmas; Gallenstoffe lassen sich in dem alkoholischen Extracte ihres festen Rückstandes durch Salpetersäure ebensowohl als durch die Pettenkofer'sche Probe nachweisen.

Die Stuhlgänge in der asiatischen Cholera sind vielfach untersucht worden: diese Forschungen konnten aber nur wenig Aufschluss geben, sobald sie nicht in Bezug auf die gleichzeitige Beschaffenheit des Blutes und den Choleraprocess im Allgemeinen ausgeführt wurden. Denn man findet in den Cholerastühlen eigentlich nichts weiter, als die schon oben erwähnten Fetzen von Cylinderepithelien, ausserordentlich viel Wasser, wenig Eiweiss, sehr wenig Gallenstoffe und relativ viel Salze; unter letztern ist nach den Untersuchungen aller Forscher besonders das Chlornatrium vorherrschend und zwar in dem Grade, dass seine absolute Menge oft mehr beträgt, als die der organischen Stoffe zusammengenommen. Das reiswasserähnliche Aussehen solcher Stühle rührt nur von suspendirtem Epithelium her. Ziemlich charakteristisch, wiewohl auch im Typhus oft beobachtet, ist die rosenrothe Färbung, welche die Flüssigkeit auf

Zusatz von Salpetersäure erhält. Diese Stuhlgänge enthalten nur 1,2 bis 2,4 % fester Stoffe (*Becquerel*[1]), *Güterbock*[2]), *C. Schmidt*[3]).

Ueber den nähern Zusammenhang solcher Darmtranssudate mit dem allgemeinen pathologisch-chemischen Processe kann natürlich nur erst unter dem „thierischen Stoffwechsel" die Rede sein.

Die Darmconcremente oder sg. Darmsteine, welche seltner bei Menschen und fleischfressenden Thieren, als bei pflanzenfressenden, unter diesen besonders häufig bei Pferden, vorkommen, bestehen meist aus phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak, etwas phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk, die sich um einen Rest unverdauter vegetabilischer oder animalischer Speise abgelagert haben. Ihre quantitative Zusammensetzung bietet daher der physiologisch-chemischen Forschung kein besonderes Interesse.

Wichtiger ist in mancher Beziehung die chemische Untersuchung der sg. Bezoare, mit der sich in neuerer Zeit *Merklein* und *Wöhler*[4]) so wie *Taylor*[5]) sorgfältig beschäftigt haben. Die erst genannten Forscher fanden, dass die Bezoare ihrer chemischen Natur nach zerfallen: 1) in solche, *die aus phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde* bestehen, 2) in die aus *Lithofellinsäure*, und 3) in die aus *Ellagsäure* oder sogenannter *Bezoarsäure* constituirten. Die Forscher haben besonders der letztern Classe und ihrem Hauptbestandtheile ihre Aufmerksamkeit gewidmet.

Die *aus Ellagsäure bestehenden Bezoare*, welche die eigentlichen orientalischen Bezoare sind, haben eine dunkel olivengrüne zuweilen auch bräunlich marmorirte Farbe, eine eirunde Gestalt, glatte Oberfläche, concentrisch schalige Structur, splittriges Gefüge; im Innern haben sie einen fremdartigen Kern; ihre Grösse variirt zwischen der einer Bohne und der eines kleinen Hühnereis. Beim Erhitzen verkohlen sie, ohne zu schmelzen, und bedecken sich mit glänzenden, gelben Krystallen. Diese Forscher haben, wie erwähnt, die Bezoarsäure gleich *Th. Taylor*, für identisch mit der Ellagsäure erkannt, nur fanden sie für dieselbe eine etwas andere Zusammensetzung, als *Pelouze*. Während bekanntlich der Letztere ihre Formel $= C_7 H_2 O_4$ schrieb, fanden dieselben dafür die Formel $= HO + C_{14} H_2 O_7 + 2$ Aq. Diese Säure hat die Eigenthümlichkeit, in ihrem Kalisalze sich bei Zutritt der atmosphärischen Luft sehr schnell zu oxydiren, so dass daraus unter andern Zersetzungsproducten eine neue Säure entsteht, die *Glaukomelansäure* $= C_{12} H_2 O_6$. Merkwürdig ist, dass die letztgenannte Säure beim Erhitzen ihres Kalisalzes mit Wasser oder Zersetzen durch Salzsäure wieder Ellagsäure giebt.

1) *Becquerel*, Arch. génér. de méd. Octbr. 1849.
2) *Güterbock*, Journ. f. p. Ch. Bd. 48. S. 450.
3) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera u. s. w. S. 79. 81.
4) *Merklein* und *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. B. 55. S. 129–143.
5) *Taylor*, Philosoph. Magaz. V. 28. p. 192—200.

Die *Bildung der Ellagsäure aus Gallussäure* bei der Verdauung der Bezoare liefernden Thiere lässt sich so erklären, dass zwei Atome Gallussäure drei Atome Wasser verlieren und ein Atom Sauerstoff aufnehmen, wie folgende Formel zeigt: $C_{14}\ H_6\ O_{10} - 3\ HO + O = (C_{14}\ H_2\ O_7\ HO)$.

Th. Taylor hat ebenfalls die unter dem Namen von Bezoaren vorkommenden Darmconcretionen ausführlicher untersucht. Er theilt dieselben ein in 1) Concretionen, bestehend aus thierischen Haaren, 2) Concretionen aus vegetabilischen Haaren, 3) aus Ellagsäure, 4) aus Lithofellinsäure, 5) aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, 6) aus phosphorsaurer Magnesia, 7) aus phosphorsaurem Kalk, 8) aus oxalsaurem Kalk, 9) aus Ambra.

Taylor beschreibt die Ellagsäure enthaltenden Concretionen ganz wie *Wöhler* und *Merklein*. Diese *ächten orientalischen Bezoare* stammen nicht nur aus dem Darmkanal einer wilden Ziege, welche in der persischen Provinz Chorasaan lebt, sondern auch von Babianum cynocephalum. Frisch aus dem Thiere genommen sollen sie so weich sein wie hartgekochte Eier.

Die aus Lithofellinsäure bestehenden Concremente rühren nach *Taylor* wahrscheinlich von harzigen Nahrungsmitteln her; *Taylor* zieht vor, diese Säure *Harzbezoarsäure* zu nennen.

Ueber die Excremente der Vögel und Schlangen, welche, mit der Nierenexcretion gemengt, durch die Cloake dieser Thiere entleert werden, so wie über *Guano*, *Hyraceum* oder *Dasjespis* des Klippendachses (Hyrax capensis) und endlich über die *Excremente der Insecten* wird unter „Harn" ausführlicheres mitgetheilt werden.

Blut.

Von Alters her hat man über das Blut den verschiedensten Vorstellungen Raum gegeben, Vorstellungen, die alle darin übereinkamen, dass sie dieser Flüssigkeit die höchste Bedeutung für das thierische Leben beilegten; suchten doch schon die alten Aegypter und nach ihnen vorzüglich Moses so wie Empedokles den Sitz der Seele im Blute. Das Blut hat daher auch zu allen Zeitaltern in der Medicin eine grosse Rolle gespielt. Man hätte darum wohl erwarten dürfen, dass es den Forschungen der neuesten Zeit nicht an hinreichenden empirischen Unterlagen gefehlt haben möchte, um unsre Kenntniss dieses feinsten, thierischen Saftes zu einer gewissen Vollendung zu bringen: allein

leider waren die Mittel, deren eine frühere Forschung sich bedienen konnte, so völlig unzureichend und die zur Beobachtung und Untersuchung eingeschlagenen Methoden so gänzlich verschieden von den heutzutage gültigen, dass selbst die Entdeckungen des letztvergangenen Jahrhunderts nur wenig Stützpunkte für weitere Forschungen gewähren konnten. Wir schweigen von den Hemmnissen, welche eine in transscendentalen Reflexionen aufgehende Philosophie, unlautere Vorstellungen vom Leben und der Lebenskraft, mangelhafte Kenntnisse in der Physik, ja selbst in der Logik u. s. w. jeder nüchternen Anschauung und Forschung entgegensetzten; wir dürfen nicht erst erwähnen, dass die Chemie, der erst vor 75 Jahren der Sauerstoff bekannt wurde, damals noch keine Mittel bieten konnte, um die Räthsel der belebten Natur zu lösen; war doch selbst die Physik, welche bereits die grössten Probleme der Astronomie gelöst hatte, noch nicht im Stande, sich Geltung bei der Deutung thierischer Phänomene zu verschaffen. Erst in die letztvergangenen Decennien fallen die schärfern mikroskopischen Untersuchungen der Blutkörperchen, die nüchternen Forschungen über deren Entstehung, Function und Untergang, die genauern, systematisch durchgeführten Analysen des Bluts u. s. w. Von allen Seiten her hat man jüngst unter Benutzung aller wissenschaftlichen Hülfsmittel der Erforschung des Blutes die regste Aufmerksamkeit und die eifrigste Thätigkeit gewidmet: allein leider ist aller aufopfernden Mühen ungeachtet die Lehre vom Blute immer noch im Anfange ihrer Ausbildung. Je jünger aber eine Disciplin, je weniger erforscht ein naturwissenschaftlicher Gegenstand ist, desto eher pflegen sich, bei dem Mangel gewisser einheitlicher Momente und bestimmter fester Ausgangspunkte, Massen von richtig oder unrichtig beobachteten Thatsachen und mehr oder minder geistvollen Hypothesen aufzuhäufen. So ist es auch der Lehre vom Blute ergangen. Von den zahllosen Untersuchungen, die man über sein physikalisches und chemisches Verhalten in physiologischen und pathologischen Zuständen angestellt hat, von den mannigfachsten und widersprechendsten Ansichten, die man über seine Bildung und Rückbildung, über die Function des Ganzen und seiner Bestandtheile aufgestellt hat, wird das Studium desselben fast erdrückt, so dass eine wohl abgerundete Darstellung der ganzen Lehre vom Blute, eine vollkommne Sichtung des Thatsächlichen von dem Erschlossenen, des Positiven von dem Hypothetischen kaum möglich ist. Von chemischer Seite dürften die Gründe dieser nicht sehr erfreulichen Erfahrung wohl hauptsächlich

in der unzureichenden Kenntniss der eigentlichen Unterlagen der ganzen Forschung zu suchen sein; jedem unsrer Leser, der (im 1. Th. dieses) aufmerksam unsrer Darstellung der Proteïnverbindungen, der Mineralstoffe des Thierkörpers, der Pigmente u. s. w. gefolgt ist, wird es einleuchten, dass eine deutliche, der wahren Wissenschaft genügende Kenntniss des Blutes nicht eher erlangt werden kann, als bis jene noch so dunkeln Capitel der Zoochemie einigermassen gelichtet sind.

Das Blut, so wie es in den Gefässen der höhern Thiere strömt, bildet eine etwas zähe Flüssigkeit, ist schwerer als Wasser, erscheint in verschiedenen Nuancen des Roth, jedoch ist das der Arterien constant etwas heller gefärbt, als das der Venen; nur in sehr dünnen Lagen ist es durchscheinend. Alsbald nach seiner Entfernung aus dem Kreislaufe wird es zäher, gallertartig und trennt sich endlich in eine feste, dichte, rothe Masse und eine klare schwachgelbliche Flüssigkeit.

Genauere Untersuchungen der physischen Eigenschaften des Bluts haben folgendes gelehrt: das *specifische Gewicht* normalen Menschenblutes fällt durchschnittlich auf 1,055, doch schwankt es im physiologischen Zustande noch zwischen 1,045 und 1,075; bei Frauen ist es etwas geringer als bei Männern, bei Kindern geringer als bei Erwachsenen, bei schwangern Frauen noch geringer als bei nicht schwangern.

Der um unsre Kenntniss des Bluts so hoch verdiente *Nasse*[1]) fand die *Wärmecapacität* des Bluts in geradem Verhältnisse zu seiner Dichtigkeit.

Die *Farbe* des Bluts, so wie es gewöhnlich erscheint, ist etwa hellkirschroth zu nennen; heller ist sie im Jünglingsalter als bei Embryonen, Neugebornen und Greisen; etwas dunkler in der Schwangerschaft als bei nicht schwangern Frauen. Genuss verschiedener Speisen und Getränke, körperliche Bewegung und andere physiologische Verhältnisse bedingen bald dunklere bald lichtere Färbung des Bluts. Von der Einwirkung der Gase und andrer Stoffe auf die Farbe des Bluts wird weiter unten die Rede sein.

Noch warm hat das Blut einen eigenthümlichen *Geruch*, der bei Männern etwas stärker als bei Frauen zu sein pflegt.

Das Blut *gerinnt*, indem es 2 bis 5 Minuten nach seiner Entleerung von der Oberfläche und Peripherie her allmählig zäher und gallertartig wird; nach 7 bis 14 Minuten erlangt die eben entstandene Gallert eine solche Consistenz, dass die ganze Masse die innere Form

1) *Nasse*, R. Wagner's Wörterb. Bd. 1. S. 79.

des Gefässes angenommen und alle Liquidität verloren hat. Die ausgeschiedene Substanz, durch welche eben das ganze Blut zu einer Gallert geworden ist, fängt nun allmählig an, sich zusammenzuziehen, so dass ein grosser Theil der von ihr eingeschlossenen Flüssigkeit nach der Oberfläche hin ausgepresst wird; die ausgepresste Flüssigkeit nennt man *Serum*. Das Contrahiren der gelatinirten Substanz dauert 12 bis 40 Stunden, worauf sich unter der klaren blassgelblichen Flüssigkeit ein dichter, rother Klumpen, der *Blutkuchen*, gebildet hat; gewöhnlich hat dieser die innere Form des Gefässes in verjüngtem Massstabe; der untere Theil dieses Klumpens ist meist dunkler, der obere heller roth gefärbt, als das ursprüngliche, ungeronnene Blut. Bei Männern geht die Gerinnung langsamer vor sich, das Coagulum wird aber dichter als bei Frauen. Arterielles Blut gerinnt schneller als venöses. Atmosphärische Luft beschleunigt das Gerinnen. Ueber den Einfluss der Temperatur auf das Gerinnen ist man noch nicht einig. Beim Schütteln, Rühren oder Quirlen frischentleerten Blutes scheidet sich die gerinnende Substanz in gelblichen Flocken oder Klümpchen aus, während die Flüssigkeit ebenso roth, wie das ungeronnene Blut (nur etwas lichter gefärbt) und gleich undurchsichtig bleibt.

Schon seit *Malpighi* und *Leeuwenhoek* war es bekannt, dass das Blut nicht eine einfache Lösung verschiedener Stoffe sei, sondern vielmehr eine emulsive Flüssigkeit, in welcher feste Theile suspendirt enthalten sind. Diese festen Theile bestehen hauptsächlich aus den sogenannten Blutkörperchen, denen, wiewohl in weit geringerer Menge, noch andere Formelemente beigemengt sind. Neuere mikroskopische Beobachtungen haben über diese Körper folgendes gelehrt:

Die Blutkörperchen oder Blutkügelchen zeichnen sich durch eine jedem Thiergenus eigenthümliche Gestaltung und Grösse aus; beim Menschen bilden sie dicke, kreisrunde, schwach biconcave Scheiben, die aus einer farblosen Umhüllungsmembran und einem roth oder im durchfallenden Lichte gelbgefärbten, zähflüssigen Inhalte bestehen. Die meisten Beobachter stimmen jetzt darin überein, dass diese Körperchen grösstentheils keinen eigentlichen Kern haben, sondern nur einzelne derselben in der concaven Mitte ein nicht scharf umschriebenes, lichtes Körnchen enthalten. Die Blutkörperchen andrer Säugethiere bilden ebenfalls runde Scheiben, ausser denen des Kameels, Dromedars und Lamas, wo sie elliptisch und biconvex sind. Die Vögel haben länglich ovale, in der Mitte erhabene, am Rande

scharf zugehende Blutkörperchen; die der Amphibien sind oval und stark convex.

Die diametrale Grösse der menschlichen Blutkörperchen beträgt ungefähr $\frac{1}{300}$ Par. Linie (= 0,00333''' oder 0,00752^{mm}). *E. H. Weber* und *R. Wagner* haben nachgewiesen, dass im Embryo diese Körperchen durchschnittlich etwas grösser sind, als die im athmenden Thiere. Die Blutkörperchen der Säugethiere stehen an Grösse denen des Menschen ziemlich nahe, sind aber sämmtlich etwas kleiner als diese; die der übrigen Wirbelthiere, besonders jene der Amphibien, sind aber bei weitem grösser (bis 0,0142''' oder $\frac{1}{72}$'''); die grössten sind im Blute von Proteus anguinus.

Die Grössenverschiedenheit der Blutkörperchen verschiedener Thiere ist für die Untersuchung des Blutes derselben eines der beachtenswerthesten Momente, das um so weniger unberücksichtigt bleiben darf, als uns hier, wie in so vielen Fällen, die Chemie gänzlich im Stiche lässt, während das Mikroskop und die Mikrometrie die entschiedensten Aufschlüsse geben. Es ist nämlich heute noch so gut wie unmöglich, durch chemische Untersuchungen mit Sicherheit zu erfahren, von welcher Thierspecies ein zur Untersuchung vorliegendes Blut herrührt. Man hat zu dem Zwecke verschiedene Mittel vorgeschlagen, deren wir weiter unten wenigstens vorübergehend Erwähnung thun werden: allein keines derselben gewährt für die Mehrzahl der Fälle so bestimmte Entscheidung, als die mikroskopisch-mechanische Analyse. Dass man durch das Mikroskop allein das Blut verschiedener Classen der Vertebraten leicht unterscheiden kann, ist aus dem Obigen ersichtlich. *C. Schmidt*[1]) hat aber nachgewiesen, dass durch genaue mikroskopische Messungen der Blutkörperchen auch das Blut mehrerer Säugethiere sehr wohl unter einander und namentlich von dem des Menschen unterschieden werden kann. Da die Grössendifferenzen der Blutkörperchen verschiedener Thiere sehr gering sind, so reicht das gewöhnliche Verfahren, die Blutkörperchen mittelst *Weber's* Glasmikrometer oder eines Schraubenmikrometer zu messen, keineswegs aus; die Blutkörperchen als Blasen oder Zellen mit einer äusserst dünnen Hüllenmembran sind endosmotischen Strömungen ausserordentlich zugänglich; es ist klar, dass proportional den Mengen aufgenommener oder abgegebener Flüssigkeiten ihre Grössendurchmesser sich ändern müssen; wenn das Serum Wasser durch Verdunstung verliert, wird ein Strom Flüssigkeit aus den Körperchen heraus zum Serum treten; der Durchmesser der Zellen muss alsdann sich verjüngen, gleich wie wir ihn auf Wasserzusatz sich vergrössern sehen. Da nun bei der gewöhnlichen Methode, Blutkörperchen zu messen, allmählige Verdunstung nicht zu hindern, der Verdunstungscoëfficient für den speciellen Fall aber nicht zu berechnen ist, so kam *Schmidt* auf den Gedanken, die Blutkörperchen *eingetrockneten* Blutes zu messen. Wenn nämlich frisches Blut in äusserst dünnen

1) *C. Schmidt*, die Diagnostik verdächtiger Flecke in Criminalfällen, Mitau und Leipzig 1848.

Schichten z. B. auf einer Glasplatte eintrocknet, so legen sich die Blutkörperchen mit ihrer flachen Seite auf die Glasfläche, haften an dieser an und bleiben nach dem Trocknen auf dieser ausgespannt. Dass in diesem getrockneten, und einer aufgespannten Membran ähnlichen Zustande die Blutkörperchen nichts oder nur wenig von ihrem mittleren Durchmesser verlieren, dass ferner von den Körperchen des Blutes einer und derselben Thierspecies wenigstens 95 bis 98 % von gleicher Grösse sind, und dass endlich die Körperchen des Blutes verschiedener Species der Säugethiere constante Grössenverschiedenheiten zeigen, hat eben *Schmidt* durch ebenso sorgfältige als zahlreiche Messungen dargethan. In diesem Zustande gemessen haben nach *Schmidt* die Blutkörperchen des Menschen im Durchmesser 0,0077^{mm} (mittlere Schwankungen zwischen 0,0074 und 0,0080^{mm}), des Hundes 0,0070^{mm} (zw. 0,0066 und 0,0074^{mm}), des Kaninchens 0,0064^{mm} (zw. 0,0060 und 0,0070^{mm}), der Ratte 0,0064^{mm} (zw. 0,0060 und 0,0068^{mm}), des Schweins 0,0062^{mm} (zw. 0,0060 und 0,0065^{mm}), der Maus 0,0061^{mm} (zw. 0,0058 und 0,0065^{mm}), des Rindes 0,0058^{mm} (zw. 0,0054 bis 0,0062^{mm}), der Katze 0,0056^{mm} (zw. 0,0053 u. 0,0060^{mm}), des Pferdes 0,0057^{mm} (zw. 0,0053 und 0,0060^{mm}), des Schaafs 0,0045^{mm} (zw. 0,0040 u. 0,0048^{mm}). Durch diese Untersuchungen ist eigentlich erst der erste Schritt zur Diagnostik verschiedener Thierblutarten gethan worden.

In weit geringerer Anzahl, wiewohl constant, finden sich im Blute neben den gefärbten die farblosen Blutkörperchen oder sogenannten Lymphkörperchen; diese sind mehr kuglich, wiewohl nicht vollkommen sphärisch, von ungefähr $1/200'''$ Durchmesser (entsprechend 0,005''' oder 0,01128^{mm}); sie haben eine granulirte Hülle und entweder einen einfachen runden, seltner ovalen oder nierenförmigen Kern oder mehrere kleinere, an einander liegende Kerne; wegen grössern Fettgehalts und Mangels an dem eisenreichen Hämatin sind sie specifisch leichter, als die gefärbten Körperchen; früher hielten einige Schriftsteller diese Zellen für Producte der Gerinnung, allein abgesehen von dem mikroskopischen Augenschein, der sie als unzweifelhafte Zellen erkennen lässt, kann man sich auch durch die mikroskopische Betrachtung des Blutlaufs in den Capillaren der Frösche (in der Schwimmhaut, dem Mesenterium oder der Zunge) leicht davon überzeugen, dass sie präformirt im kreisenden Blute enthalten sind.

Fast nur im geschlagenen Blute findet man unter dem Mikroskope noch andere Formelemente, nämlich Fettbläschen und sg. Faserstoffschollen.

Die Flüssigkeit, in welcher die Blutkörperchen suspendirt sind, hat man Blutflüssigkeit (liquor sanguinis), *Plasma*, *Intercellularflüssigkeit* genannt; im kreisenden Blute enthält sie neben andern Stoffen jene Materie aufgelöst, die das Gerinnen des Blutes bedingt.

Der Blutkuchen besteht aus dem gerinnbaren Stoffe des Bluts,

der bei seiner Ausscheidung die Blutkörperchen mit eingeschlossen hat und von einer grössern oder geringern Menge Serums durchfeuchtet ist.

Das specifische Gewicht des Serums ist weniger schwankend als das des Gesammtblutes; es ist durchschnittlich = 1,028.

Durch mechanische Scheidung zerfällt das Blut also in 3 Theile: in den gerinnenden Stoff, das Serum und die Blutkörperchen. Die Natur scheint demnach dem Streben des Chemikers entgegenzukommen, jenem Streben, welches immer darauf hinausgeht, nach vollendeter chemischer Scheidung eine mechanische Trennung der Bestandtheile des Untersuchungsobjectes herbeizuführen: allein leider liegt gerade hierin einer der hauptsächlichsten Gründe, welcher eine wissenschaftlich-gültige Untersuchung des Blutes bisher vereitelte. Die Unausführbarkeit einer scharfen Trennung der Blutkörperchen als feuchter, von Wasser und löslichen Substanzen erfüllter Zellen von der umgebenden Flüssigkeit, dem Intercellularsafte (wie wir diesen weiter unten näher beleuchten werden), raubte uns stets die Möglichkeit, einigen sichern Zugang zur Erkenntniss der Processe zu gewinnen, welche im Blute hauptsächlich durch die Wechselwirkung der darin suspendirten Zellen und des diese umgebenden Plasmas vor sich gehen. Wie bei jeder Untersuchung so insbesondere bei der für das Leben wichtigsten Flüssigkeit musste man sich vor allem den Standpunkt klar machen, von dem aus die Erforschung der betreffenden Processe unternommen werden sollte. Der Physiolog war sich bewusst, dass im Blute Zellen der Intercellularflüssigkeit gegenüberstanden und dass beide ununterbrochen auf einander einwirkten, ohne doch je in ihren Reactionen sich vollkommen auszugleichen; man wusste, dass die Intercellularflüssigkeit auf die Zellen einwirkt und der Inhalt der letztern auf jene zurückwirkt; man erkannte mit einem Worte den Zelleninhalt und die Intercellularflüssigkeit als different, als heterogen; denn ohne Differenz ist keine Reaction denkbar.

Die Intercellularflüssigkeit muss daher, wie jede andere Keimflüssigkeit (z. B. die der Hefezellen), das Material, aus welchem die Zellen gebildet werden, ebensowohl enthalten als jene Stoffe, die durch die Thätigkeit der Zelle oder deren Umwandlung und Rückbildung erzeugt werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus wollte der Physiolog das Blut untersucht wissen; denn nur von ihm aus war eine fruchtbringende Forschung denkbar. Der Chemiker vermochte aber, bewusst oder unbe-

wusst, jene differenten Untersuchungsobjecte nicht genug auseinanderzuhalten und behandelte sie meist nur als verschiedene Bestandtheile eines und desselben Untersuchungsobjectes, die wichtigsten morphologischen Elemente, den wesentlichsten Factor der Blutmetamorphose, betrachtete er nur als einfachen Bestandtheil der Gesammtmischung und setzte ihn chemisch gleich dem Fibrin und dem Albumin, nachdem er diese wie jene durch die bekannten Mittel von den vermeintlich nur mechanisch anhängenden, eingemengten Theilen getrennt hatte. Durch diese chemische Behandlung des Blutes musste der physiologische, der einzig gültige Gesichtspunkt um so mehr verrückt werden, als es dem Chemiker kaum gelang, den Stoff, den er als trockne Blutkörperchen ansah und berechnete, völlig isolirt, d. h. unvermengt mit Bestandtheilen der übrigen Flüssigkeit, zu erhalten. Um daher nicht durch die chemischen Schwierigkeiten der Untersuchung des Bluts und der Erkenntniss seiner Bestandtheile, auf die wir schon öfter im 1. Th. dieses Werks aufmerksam gemacht haben, in unsrer Anschauung der Constitution jenes thierischen Saftes von vorn herein irre geleitet zu werden: ziehen wir die Intercellularflüssigkeit und ihre Bestandtheile einerseits und andrerseits die Blutzelle und ihren flüssigen Inhalt jede für sich in besondere Betrachtung. Es wird daher nicht unpassend sein, wenn wir hier, um sogleich das berührte Verhältniss möglichst deutlich ins Licht zu setzen, die Zusammensetzung jener beiden Factoren der Blutmischung nach der Verschiedenheit ihrer Bestandtheile, und diese in annähernden quantitativen Verhältnissen vor Augen führen.

1000 gr. Blutkörperchen enthalten		1000 gr. Blutflüssigkeit enthalten	
Wasser	688,00	Wasser	902,90
Feste Bestandtheile . .	312,00	Feste Bestandtheile .	97,10
Specifisches Gewicht	1,0885		1,028
Hämatin	16,75	Fibrin	4,05
Globulin u. Zellenmembran	282,22	Albumin	78,84
Fett	2,31	Fett	1,72
Extractivstoffe . . .	2,60	Extractivstoffe . . .	3,94
Mineralstoffe (ohne Eisen)	8,12	Mineralstoffe . . .	8,55
Chlor	1,686	Chlor	3,644
Schwefelsäure . . .	0,066	Schwefelsäure . . .	0,115

1000 gr. Blutkörperchen enthalten		1000 gr. Blutflüssigkeit enthalten	
Phosphorsäure . . .	1,134	Phosphorsäure . . .	0,191
Kalium	3,328	Kalium	0,323
Natrium	1,052	Natrium	3,341
Sauerstoff	0,667	Sauerstoff	0,403
Phosphorsaurer Kalk .	0,114	Phosphorsaurer Kalk .	0,311
Phosphorsaure Talkerde	0,073	Phosphorsaure Talkerde	0,222

In dieser Darlegung der quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile der Hauptelemente des Blutes sind wir vorzüglich den in einem vortrefflichen Schriftchen niedergelegten Versuchen und Deductionen *C. Schmidt's* [1]) gefolgt, haben nach eignen Untersuchungen nur die Mittelzahlen für einzelne Bestandtheile bestimmt und namentlich die Vergleichungszahlen auch auf das Fett ausgedehnt. Wir werden bei der Analyse des Bluts ausführlicher auf die Methoden eingehen, nach denen diese Zahlen als annähernde Bestimmungen erlangt worden sind.

Es geht aus dem Obigen schon von selbst hervor, dass wir in unserer Betrachtung des Blutes zunächst die morphologischen Elemente desselben und zwar hauptsächlich die Zellen gesondert betrachten müssen von der Intercellularflüssigkeit. Beginnen wir daher mit den Blutkörperchen. Wollen wir unser wissenschaftliches Streben nicht mit dem abgenutzten Trostgrunde einschläfern, die Blutkörperchen seien lebendige, durch eine besondere Lebenskraft in ihren Eigenschaften disponirte Wesen, sondern suchen wir uns einen wahrhaft logischen, einen deutlichen Begriff von denselben zu bilden, so müssen wir versuchen, die einzelnen Phänomene, die wir an ihnen wahrnehmen, in eine innige Beziehung zu einander, in einen organischen Zusammenhang zu bringen. Um den Kern des Begriffs, wornach die Blutkörperchen Bläschen sind, erfüllt mit einer dunkelbraunrothen zähflüssigen Materie, müssen sich die einzelnen Eigenschaften derselben in den innigsten Beziehungen unter und zu einander herumgruppiren, gleich den Kanten und Winkeln eines Krystalls zu dessen Achsen. So ist die Färbung der rothen Molecüle des Bluts keine beziehungslose Eigenschaft, sondern sie resultirt bis auf ihre feinsten Modificationen aus dem Begriffe einer mit rother Flüssigkeit erfüllten Blase, deren Formen und Dimensionen durch verschiedene endosmotische Einflüsse wesentlich verändert werden und somit verschiedene Farbennüancen hervorrufen. Die Form, das Senkungsvermö-

1) *C. Schmidt*, Characteristik der Cholera u. s. w.

gen und das specifische Gewicht sind gleichfalls Eigenschaften, unter denen ein bestimmtes Abhängigkeitsverhältniss immerdar stattfindet. Fassen wir also zunächst von diesem Gesichtspunkte die physikalischen Eigenschaften der Blutkörperchen auf, so werden wir wohl am sichersten zu deutlichen Begriffen über dieselben gelangen und darnach die festeste Grundlage gewinnen, um über den mechanischen Stoffwechsel zwischen diesen Zellen und der sie umspülenden Flüssigkeit uns eine nüchterne Anschauung zu bilden.

Eine der Eigenschaften, welche wir am geschlagenen d. h. defibrinirten oder auch am nichtgeschlagenen Blute hauptsächlich bemerken, ist die Geneigtheit der farbigen Molecüle des Bluts, sich in der Intercellularflüssigkeit mehr oder weniger zu senken Die Verschiedenheit in diesem Senkungsvermögen der Blutkörperchen ist in physiologischen so wie in pathologischen Zuständen oft ausserordentlich auffällig. Diese Erscheinung muss daher von gewissen andern Eigenschaften der Blutzellen abhängig sein. Es lag wohl am nächsten, den Grund jener Verschiedenheit in der höhern oder niedern specifischen Schwere der Blutkörperchen zu suchen. Man glaubte nach *Nasse* eine Bestätigung dieser Annahme in der constanten Erfahrung zu finden, dass die farblosen Zellen des Bluts diese Eigenschaft nicht mit den gefärbten Körperchen theilten, welche durch ihren eisenführenden, zähflüssigen Inhalt sich so wesentlich vor jeder andern Zellenformation auszeichnen. Zu einer genauern Untersuchung der Gültigkeit dieser Annahme wäre es aber nothwendig gewesen, genauere und vergleichende Messungen der Dichtigkeit der Blutkörperchen und der Blutflüssigkeit auszuführen: allein leider waren solche Bestimmungen früher den Forschern noch nicht so zugänglich, wie sie es durch die scharfsinnigen Deductionen und Untersuchungen *C. Schmidt's* geworden sind. Es zeigte sich aber auch ohne solche scharfe Messungen, dass das specifische Gewicht wenigstens nicht der alleinige Grund des Senkungsvermögens sein konnte: denn es war schon bekannt, dass durch Zusatz gewisser Stoffe zum Blute die Senkung der gefärbten Zellen beschleunigt wird, während man hätte erwarten sollen, dass durch die Lösung dieser Stoffe in der Intercellularflüssigkeit diese dichter gemacht und somit die vermeintliche Differenz der Dichtigkeiten der Zellen und der umgebenden Flüssigkeit mehr ausgeglichen würde. Man hätte eher das Gegentheil erwarten sollen, nämlich ein vermindertes Senkungsvermögen.

Fassen wir aber, ehe wir uns nach weitern Ursachen dieser Er-

scheinung umsehen, zuvor noch das specifische Gewicht der Blutkörperchen namentlich in seinem Verhältnisse zu dem der Blutflüssigkeit näher ins Auge. Da man die Blutkörperchen nicht so vollkommen von der Blutflüssigkeit isoliren kann, dass mit ihnen directe Bestimmungen des specifischen Gewichtes ausgeführt werden können: so kann man ihre Dichtigkeit in dem Zustande, wie sie im frischen Blute befindlich sind, nur auf indirectem Wege, d. h. durch eine auf andre Bestimmungen gegründete Rechnung finden. Dass übrigens die Blutkörperchen verschiedenen Blutes ein variables specifisches Gewicht haben müssen, wird uns die spätere Analyse ihrer nähern Bestandtheile zeigen; allein schon a priori ist es zu schliessen, dass ihre Dichtigkeit je nach der Constitution der sie umgebenden Flüssigkeit verschieden sein muss, da ein immerwährender Diffusionsstrom zwischen Zelleninhalt und Intercellularflüssigkeit statt findet. Die Dichtigkeit der Blutkörperchen wird also nicht blos verschieden sein, z. B. je nach ihrem Gehalte an eisenreichem Hämatin, sondern auch je nach der Aufnahme oder Abgabe concentrirterer oder verdünnterer Lösungen ihrer löslichen Bestandtheile; ja wir werden sehen, dass die Dichtigkeit der Blutzellen weit mehr abhängig ist von den endosmotisch aufgenommenen oder abgegebenen Stoffen, als von dem Gehalte an Hämatin; denn dieser letztere ist weit weniger variabel, als der Gehalt an Wasser, wird aber wohl auch theilweise durch einen Mehr- oder Mindergehalt der Blutzellen an Fett compensirt. Die Blutkörperchen gesunden Blutes von Männern haben eine Dichtigkeit, welche zwischen 1,0885 und 1,0889 schwankt, bei Frauen zwischen 1,0880 und 1,0886. In Krankheiten z. B. in der Cholera fand *C. Schmidt* die Dichtigkeit der Blutzellen zuweilen bis 1,1025 und 1,1027 vermehrt, während sie im Blute bei Dysenterie auf 1,0855, bei Albuminurie auf 1,0845 und bei Wassersuchten auf 1,0819 herabgesunken waren.

Die Kenntniss der Dichtigkeit der Blutkörperchen so wie viele andere das Blut betreffende Entdeckungen verdanken wir dem Scharfsinne und ausdauernden Fleisse *C. Schmidt's*[1]; hat man nach der unten näher anzugebenden Methode die Gewichtsmenge der in einem Blute befindlichen feuchten Blutzellen bestimmt, so ist nach einer einfachen Gleichung die Dichtigkeit derselben leicht zu finden, sobald das specifische Gewicht des Serums und das des defibrinirten Blutes bekannt ist. Gesetzt nämlich, ein Blut enthält neben 4 p. m. Faserstoff 496 p. m. feuchter Blutzellen, das specifische Gewicht des Serums sei = 1,0280, das des defibrinirten Blutes = 1,0574: so ergiebt sich die Dichtigkeit der Blutzellen sehr leicht durch folgende Betrachtung:

1) *C. Schmidt*, a. a. O.

996 Th. defibrinirtes Blut nehmen den Raum ein von						941,93 Th. Wasser		
500 Th. Serum . . .	,,	,,	,,	,,	,,	486,38	,,	,,
demnach 496 Th. Blutzellen . .	,,	,,	,,	,,	,,	455,55 Th. Wasser		

Sonach muss die Dichtigkeit der Blutzellen in diesem Blute = 1,0888 sein.

Wir kommen auf das Senkungsvermögen der Blutkörperchen und dessen Ursachen zurück. Untersucht man mikroskopisch solches Blut, in welchem sich die Körperchen besonders schnell senken, so findet man in der Regel, dass die einzelnen Blutscheiben sich mit ihren beiden Seiten an einander lagern und so geldrollenförmige Massen bilden, während in solchem Blute, wo nur eine langsame Trennung eines Theils Serum vom Cruor stattfindet, die Körperchen meist isolirt erscheinen. Schien hiernach die nächste Ursache der schleunigern Senkung das rollenförmige Aufreihen oder Zusammenkleben der Blutkörperchen zu sein, so musste die entferntere in einer grössern Klebrigkeit der betreffenden Theile gesucht werden. *Henle* glaubte jene Eigenschaft vorzugsweise von der Zähigkeit der Intercellularflüssigkeit und die erst hierdurch bedingte Klebrigkeit der Zellen ableiten zu müssen; einer ähnlichen Ansicht zufolge hatten früher schon viele dem Reichthume solchen Bluts an Faserstoff die Ursache des Zusammenklebens der Körperchen beigemessen: allein abgesehen davon, dass nach zahlreichen hierüber angestellten Beobachtungen die Schnelligkeit des Sinkens der Körperchen durchaus nicht in irgend einem Verhältnisse zur Menge des Faserstoffs steht, so zeigt sich die völlige Wirkungslosigkeit des Fibrins in Bezug auf diese Erscheinung durch die Erfahrung, dass im defibrinirten Blute sich die Körperchen ebenso schnell oder ebenso langsam senken, wie im fibrinhaltigen.

Der Faserstoff ist also wenigstens ohne allen Einfluss auf jenes Phänomen. Man war daher geneigt, einem grössern Eiweissgehalte solchen Bluts die Ursache des Zusammenklebens der Körperchen zuzuschreiben. Für diese Hypothese schien zu sprechen, dass Zusatz von Eiweiss oder andern klebrigen Lösungen z. B. von Zucker und Gummi das Senken der Blutkörperchen beschleunigt, und dass das Pferdeblut, welches sich fast vor allem andern Blute durch dieses schnelle Senken seiner Zellen auszeichnet, ein besonders zähes Serum enthält. So viel Wahrscheinliches diese Ansicht für den ersten Blick darbietet, so wenig dürfte sie doch gerechtfertigt sein; das entzündliche Blut, in welchem man am häufigsten ein beschleunigtes Senken der rothen Körperchen beobachtet, ist niemals eiweissreicher, sondern im Gegentheil meist etwas ärmer als normales Blut; Zucker- und Gummilösun-

gen beschleunigen das Sinken der Blutkörperchen, entziehen diesen aber gerade die Eigenschaft zusammenzuhaften; die Körperchen des Pferdeblutes endlich senken sich auch im Serum menschlichen oder andern Thierblutes fast mit derselben Schnelligkeit, wie in ihrem eignen Serum, während die Blutkörperchen andrer Thiere in Pferdeblutserum gebracht keineswegs ein grösseres Senkungsvermögen zeigen. Im Allgemeinen scheint aber auch physkalisch jene Anschauungsweise nicht gerechtfertigt zu sein. Denn beruht die Klebrigkeit einer Flüssigkeit auf der grössern Anziehung, welche ihre Molecüle zu einander zeigen, so muss von der Cohäsion der Flüssigkeitstheile die Adhäsion an die Zellenhüllen überwunden werden; es kann also durch die zähe Flüssigkeit unmittelbar kein Zusammenkleben der Blutzellen bedingt werden; besteht aber die Klebrigkeit der Flüssigkeit darin, dass ihre Molecüle eine grössere Anziehung zu den Zellenhüllen als unter einander zeigen, so muss sich jede Zelle mit einer Sphäre von Flüssigkeit umgeben, durch welche gerade ihre nähere Berührung mit andern Zellen, ihr Aneinandertreten verhindert wird; auch finden wir ja, dass in Emulsionen die suspendirten Molecüle um so weniger zusammentreten, je zäher und klebriger die emulsive Lösung ist. *Nasse* sucht daher die Ursache jenes Zusammenklebens nicht in der Flüssigkeit, sondern in den Körperchen selbst, d. h. in einer klebrigen Beschaffenheit ihrer Hüllen; er beruft sich dabei besonders auf das Verhalten der Kohlensäure. Ein reichlicherer Gehalt des Bluts an Kohlensäure (sei derselbe durch unvollkommnen Gasaustausch in den Lungen bedingt oder künstlich dem Blute erst zugeführt worden) ist allerdings gewöhnlich von einem schnellern Sinken der Blutkörperchen begleitet. Dass aber durch Kohlensäure die Membran der Blutkörperchen oder ihr Inhalt wirklich klebriger werde, ist wenigstens aus dem Gegentheil, dass nämlich Sauerstoff wie Salze den Blutkörperchen eine scharf contourirte, glatte, wiewohl oft gefaltete Oberfläche ertheilen, wohl nicht gerade zu schliessen; denn Zuckerlösung wirkt auf die Form der Körperchen, so weit sie mikroskopisch verfolgt werden kann, vollkommen ebenso wie Salze und bewirkt doch ein schleuniges Sinken der rothen Blutzellen. Ueberdiess ist es wohl auch nicht recht wahrscheinlich, dass gerade Kohlensäure die Blutzellen klebrig mache und zur Rollenform disponire, da wir an frischem Blute sehr leicht beobachten können, dass erst unter dem Mikroskop sich allmählig die Blutzellen rollenförmig aufreihen; in dem zur mikroskopischen Beobachtung verwendeten Tröpfchen dürfte aber bei der gewöhnlichen Ma-

nipulation jeder Ueberschuss von Kohlensäure verschwunden und in jedem Falle mehr Sauerstoff aufgenommen worden sein, als in frischem Blute enthalten war. Es stehen also jeder einzelnen dieser drei Erklärungsweisen des Senkungsvermögens der Blutkörperchen bestimmte Thatsachen entgegen, die bis jetzt keine derselben zu voller Geltung gelangen lassen. Nur soviel scheint ausgemacht, dass neben dem Einflusse, den die Dichtigkeit der Körperchen im Verhältniss zu der des Serums ausübt, die Klebrigkeit derselben ihr Zusammenreihen wesentlich bedingen muss. Uebrigens wird im kreisenden Blute nie ein Aneinanderkleben der rothen Blutzellen beobachtet. Hauptsächlich ausgesprochen findet man das Senkungsvermögen der rothen Körperchen im Blute Entzündungskranker oder überhaupt in solchem Blute, in welchem eine Verminderung der Salze und eine relative Vermehrung des Albumins gefunden wird. Sehr häufig ist ein grosses Senkungsvermögen der Blutzellen von einer wässrigen Blutflüssigkeit begleitet. Die dunkelgefärbten (also wohl hämatin- oder eisenreichern) Blutkörperchen senken sich viel schneller nnd rollen sich bald auf, während die blassen (fettreichern) nur langsam sich senken. Die Blutkörperchen des Pferdes, welche sich schneller als die eines andern Thieres senken, sind verhältnissmässig arm an Fett. Nach wiederholten Aderlässen vermehrt sich die Neigung der Blutzellen, sich zu senken; sie sind dann reicher an Hämatin, wie *C. Schmidt* nachgewiesen hat; sie werden daher relativ schwerer sein und somit sich leichter senken; die Zunahme der Körperchen an Hämatin ist hier sicher nur relativ, d. h. durch das verdünntere Plasma wird den Blutzellen mehr Globulin entzogen, so dass diese reicher an Hämatin und ärmer an Globulin werden. Erwägen wir diese Thatsachen, denen sich weiter unten noch mehrere andre zurechnen lassen werden, so würde man allerdings geneigt sein, der Differenz der Dichtigkeiten der Blutzellen und der Intercellularflüssigkeit einen grössern Einfluss auf das Senkungsvermögen zuzuschreiben, als diess uns anfangs dünkte.

Im speciellen Falle treten oft gleichzeitig mehrere Verhältnisse ein, welche fördernd oder hindernd auf das Sinken der Blutkörperchen einwirken; so senken sich z. B. die farbigen Zellen des Lebervenenblutes vom Pferde sehr wenig, während die des (von demselben Thiere gleichzeitig gesammelten) Pfortaderblutes sehr bedeutendes Senkungsvermögen besitzen; dieser Unterschied kann nach dem Obigen sehr leicht gedeutet werden: die Differenz zwischen der Dichtigkeit der Zellen und des Serums ist im Pfortaderblute viel erheblicher als die im Lebervenenblute; im erstern verhält sich nach meinen Erfahrungen die Dichtigkeit des Serums zu der der Zellen = 1 : 1,062, im letztern

= 1 : 1,053. Das Lebervenenblutserum enthält relativ (zu den andern Bestandtheilen) weit weniger Albumin als das der Pfortader; endlich sind die Körperchen des ersteren Blutes weit ärmer an Hämatin, als die des letztern.

Es ist übrigens nicht unmöglich, dass wenigstens in gewissen Fällen gerade ein umgekehrtes Verhältniss der Causalwirkung statt findet, als man es bisher angenommen hat. Denn es ist recht wohl denkbar, dass das Sinken der Zellen weniger vom Zusammenkleben, als das Zusammenkleben von der Schwere der Körperchen abhängig ist. Die Klebrigkeit der Zellen kann wenigstens durchaus nicht gross sein; denn die geringsten mechanischen Einwirkungen sind ja im Stande, die Röllchen und deren Verzweigungen in einzelne aus nur wenigen Zellen bestehende Stücken zu zertrümmern, was doch bei einigem Grade von Klebrigkeit nicht möglich wäre. Wir stellen uns alsdann den Verfolg der Erscheinungen in folgender Weise vor: durch die Differenz der Schwere der Blutzellen und der Zwischenzellflüssigkeit wird eine verschieden lebhafte Bewegung in den Molecülen des Blutes hervorgebracht, je lebhafter die Bewegung, desto häufiger werden die Zellen einander näher gerückt werden und Gelegenheit zum Zusammenhaften erhalten, ganz in ähnlicher Weise, wie wir sehen, dass ein frischer Niederschlag z. B. von Chlorsilber sich viel leichter zusammenballt, wenn die Flüssigkeit mit dem Niederschlage stark umgerührt wird. Ist durch die auf bezeichnete Weise erregte Bewegung eine Annäherung der Blutkörperchen ermöglicht, so können sie, wie allgemein angenommen, als scheibenförmige Körper sich kaum anders anziehen und an einander kleben, als nach ihren Flächen; dass nachher die Blutflüssigkeit dem Sinken der Rollen weniger Widerstand leistet, als den einzelnen Körperchen, würde aus dem analogen Verhalten des Chlorsilbers hervorgehen, wenn es nicht aus physikalischen Gesetzen an sich schon ersichtlich wäre. Indessen kann nur eine ausgedehntere Vergleichung der Dichtigkeit der Blutzellen mit der des Plasmas und eine Zusammenstellung dieser Resultate mit dem beobachteten Senkungsvermögen einen sichern Entscheid über diese Ansicht geben; bis dahin dürfen wir wenigstens der Dichtigkeit nicht eine zu unbedeutende Rolle bei dem Senkungsvermögen der Blutzellen beimessen.

Nach *Nasse* nimmt in folgender Reihe von Thieren das Senkungsvermögen ab: Pferd, Katze, Hund, Kaninchen, Ziege, Schaaf, Rind, Vögel, Schwein, so dass also beim Pferde die Körperchen sich am schnellsten, beim Schweine (wenigstens zur Winterszeit) am langsamsten senken.

Gleichwie die Dichtigkeit und Form der Blutzellen in bestimmten Beziehungen zu ihrem Senkungsvermögen steht, so findet auch ein gewisses Abhängigkeitsverhältniss der Färbung der Blutkörperchen von ihrer Gestaltung statt.

Es ist bereits früher (im 1. Th.) gezeigt worden, dass der Farbstoff des Blutes nur in den Blutzellen vorkomme, und dass demnach die Färbung des Blutes zunächst von den Blutzellen abhängig sei. Was zuerst die Farbe der einzelnen Blutzellen betrifft, so bemerkt man unter dem Mikroskop bei sorgfältiger Untersuchung immer eine Anzahl blässer und dunkler gefärbter, jedoch ist die Zahl der die Mittelnüance zeigenden bei weitem überwiegend; im Pfortaderblute finden sich immer einzelne, die fleckig erscheinen, so dass das Pigment in ihnen nicht gleichförmig, wie sonst in allen andern Blutkörperchen, vertheilt ist. Diese Verschiedenheit hängt also von dem absoluten Gehalte an Hämatin ab, allein je nachdem sich die Zellen durch Aufnahme oder Abgabe von Wasser aufblähen oder zusammenfallen, muss auch eine blässere oder intensivere Färbung derselben hervortreten. Die Gase, namentlich Sauerstoff, üben wahrscheinlich eine chemische Einwirkung auf das Pigment aus und bedingen somit auch die Färbung der Körperchen. Auf die Färbung des Gesammtblutes ist aber die Eigenfarbe der Zellen wohl nur von untergeordnetem Einflusse, wogegen ihre Zahl so wie ihre Form die Farbennüance des Blutes vorzugsweise bedingen. Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass ein Blut, welches arm an Körperchen ist, heller roth, ein an derselben reiches aber dunkler gefärbt sein muss: allein trotz dem finden wir keineswegs (wie namentlich *Popp* durch seine schönen Untersuchungen nachgewiesen), dass jedes zellenarme Blut blass und jedes zellenreiche dunkel gefärbt ist. Es müssen daher noch andre Momente existiren, welche einen wesentlichen, ja bedeutendern Einfluss auf die Farbe des Gesammtbluts äussern, als die Eigenfarbe und Zahl der Zellen. Dem Scharfsinn eines *Henle* verdanken wir die erste Andeutung über die Abhängigkeit der Farbe des Gesammtblutes von der Form der farbigen Zellen. Bis dahin hatte man sich begnügt, alles, was auf die Färbung des Blutes Bezug hatte, dem Chemismus aufzubürden, der aber erwähnter Massen keinen nähern Aufschluss geben konnte. Die auffälligen Veränderungen, die in der Blutfarbe durch chemisch sehr indifferente Substanzen z. B. Zucker, neutrale Alkalisalze hervorgebracht werden, mussten der Ansicht *Henle's* bald Anhänger verschaffen, unter denen wir einen der ersten Haematologen, *H. Nasse*

nennen. Verdünnen wir Blut mit Wasser, so wird die Blutfarbe dunkelroth; war das Blut schon vorher sehr dunkel gefärbt, so wird es durch Zusatz von Wasser noch dunkler; untersuchen wir in solchen Fällen die Blutkörperchen unter dem Mikroskop, so finden wir sie aufgebläht und ihre Scheibenform mehr in eine sphärische übergegangen; das Blut muss aber im Ganzen dunkler erscheinen, da jedes einzelne Körperchen sich in einen sphärischen Spiegel verwandelt hat, von welchem die rothen Farbstrahlen zerstreut reflectirt werden. Das Gegentheil beobachten wir, wenn wir neutrale Salze, Zuckerwasser und dergl. dem Blute zusetzen, kurz solche Substanzen, welche die Intercellularflüssigkeit relativ dichter machen; es wird ein Diffusionsstrom von den Zellen aus nach der Intercellularflüssigkeit entstehen, in Folge dessen die Zellen selbst collabiren müssen. Das Zusammenfallen der Körperchen durch Exosmose geschieht aber so, wie das Mikroskop lehrt, dass die centrale Depression derselben bedeutender wird und die einzelnen Zellen concaven Spiegeln gleichen. Von dem Reflexe der rothen Strahlen glaubt man die lichtere Farbe solchen Blutes ableiten zu müssen.

Scherer[1]), der den genannten Einfluss der Form der Zellen auf die Farbe des Blutes besonders genau studirt hat, wiess aber noch auf einige andre physikalische Momente hin, die einen Einfluss auf die Färbung des Blutes ausüben. Schon mit der Veränderung der Form der Zellen muss eine Verdickung oder Verdünnung der Hüllenmembran verbunden sein. Es versteht sich dann von selbst, dass, wenn durch Expansion der Blutbläschen die Hülle dünner wird, der Farbstoff mehr in seiner natürlichen d. h. dunkelrothen Farbe durchscheinen muss und demnach dem Gesammtblute eine dunklere Färbung ertheilen wird, während bei Verkleinerung der Körperchen die Hülle sich verdickt oder faltet, und somit die eigenthümliche Farbe des Hämatins weniger vollkommen durchtreten lässt. Einer ähnlichen Vorstellung zufolge glaubt *Mulder*, dass das arterielle Blut deshalb heller roth erscheine, weil dessen Blutkörperchen von einer dichtern Lage Proteïndeutoxyd umgeben seien, während das venöse dunkelroth sei, weil dessen Zellen eine dünnere Hüllenmembran besässen. *Mulder* glaubt daher auch mit *von Baumhauer*, dass Alkalien und verdünnte Mineralsäuren das Blut deshalb so dunkel färben, weil sie die an Proteïndeutoxyd reiche Hülle aufquellen und darum durchscheinender

1) *Scherer*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. I. S. 288.

machten; das Pfortaderblut sei deshalb seines Alkalireichthums (?) halber so dunkel gefärbt.

Trotz der dankenswerthen Untersuchungen, welche über diesen Gegenstand angestellt worden sind und den ausgesprochenen Ansichten viel thatsächliche Stützen gewährt haben, scheint das Studium der Farbveränderungen des Blutes als Folgen von Gestaltveränderungen der Zellen doch noch einer durchgreifendern Untersuchung zu bedürfen. Einen vielversprechenden Anfang hat in dieser Hinsicht bereits *Harless* gemacht. Derselbe hat zwar nur den Einfluss der Gase und zwar zunächst blos auf die grossen, elliptischen, biconvexen Blutzellen der Frösche erforscht, allein schon hierdurch neben mehreren Bestätigungen früherer Behauptungen einige unerwartete Aufschlüsse über die betreffenden Verhältnisse gegeben. So hatte man z. B. früher dem Sauerstoff lediglich eine chemische Rolle bei seiner Einwirkung auf die Blutfarbe zugeschrieben, obgleich es bekannt war, dass er auf mechanischem Wege d. h. durch Diffusion in andere Gase oder durch die Luftpumpe wieder aus dem Blute entfernt werden kann: allein *Nasse*, *Scherer* und *Harless* haben thatsächliche Beweise für die Vermuthung von *Henle* geliefert, dass auch der Sauerstoff und die Kohlensäure Formveränderungen der Blutkörperchen hervorrufen, durch welche die hellere oder dunklere Röthung des Gesammtblutes bedingt wird.

Obgleich *Joh. Müller* vom Sauerstoff und der Kohlensäure keine sichtbare Einwirkung auf die Form der Blutkörperchen erwartete, so behauptete doch *H. Nasse* in Folge oft wiederholter Beobachtungen gefunden zu haben, dass durch Kohlensäure die scheibenförmigen Körperchen der Säugethiere sich in der Mitte mehr trüben, der äussere Rand breiter werde und somit das ganze Bläschen anschwelle, während nach Einwirkung von Sauerstoff die centrale Depression der Zellen so wie auch die Contouren deutlicher würden. Hiermit stimmen die von *Harless* an den Blutkörperchen der Frösche gemachten Beobachtungen sehr gut überein; nach Einwirkung von Sauerstoff auf Froschblut fand er den Längsdurchmesser der Körperchen = 0,011''', den Querdurchmesser = 0,009''', ihre Form stark elliptisch, Contouren dunkel, die Hüllenmembran sehr fein granulirt, den Kern länglichrund, nicht recht deutlich, den Inhalt blassgelblich, dagegen nach Anwendung von Kohlensäure den Längsdurchmesser auf 0,014''', den Querdurchmesser auf 0,097''' vergrössert, die Form fast sphärisch, Hülle glashell, den Kern deutlich, scharf contourirt, Inhalt mehr roth.

Die gleichzeitige Einwirkung der neutralen Alkalisalze und mehrerer anderer chemisch indifferenter Körper auf die Form der Körperchen und die Färbung des Blutes ist zwar von verschiedenen Seiten bereits sorgfältig untersucht worden, allein trotzdem fehlt es noch an einer systematisch durchgeführten Untersuchung, die mit Berücksich-

tigung des Concentrationsgrades der Lösungen, der Temperatur und anderer äusserer Bedingungen bestimmte Verhältnisse zwischen Form der Blutzellen und Färbung des Gesammtblutes herausgestellt hätte. Denn die Formveränderungen der Blutkörperchen beschränken sich nicht blos den Diffusionsvorgängen nach auf ein einfaches kugliches Aufblähen oder eine Abplattung und stärkere centrale Depression, sondern wir finden namentlich im Blute, welches von Kranken herrührt, sehr oft plattgedrückte, gekerbte, zackige und granulirte oder ganz verzerrte gelbe Blutkörperchen, und sehen solche auch nach künstlichem Zusatz verschieden concentrirter Lösungen chemisch indifferenter Körper entstehen. Den Einfluss der Form solcher gekerbter, sternförmiger oder auch münzpaketförmig zusammengerollter Blutkörperchen auf die Färbung des Blutes hat man noch nicht in einen idealen Zusammenhang gebracht; ja man hat die neben solchen Formen gleichzeitig bestehende Färbung objectiv nicht gehörig beobachtet. Es steht eigentlich nur soviel fest: alle Stoffe, welche die Hüllenmembran der Blutkörperchen sprengen, auflösen oder überhaupt zerstören, so dass deren Inhalt sich der Intercellularflüssigkeit beimengt, färben das Blut intensiv dunkelbraunroth, ja fast schwarz; alle diejenigen dagegen, welche ein Zusammenschrumpfen der Zellen, eine Faltung oder Verdickung der Hüllenmembran hervorbringen, ertheilen dem Blute eine lichter rothe, in den ersten Momenten ihrer Einwirkung fast zinnoberrothe Farbe.

Henle behauptet wohl mit Recht, dass man im frischen Blute, selbst bei keiner Krankheit, andre als die gewöhnlichen Formen der normalen Blutkörperchen auffinde, sondern dass nur die Körperchen eines Blutes leichter die zackige Form annähmen, als die eines andern. Diese Gestaltveränderung ist also wohl nur Folge von Einflüssen, die auf das der Untersuchung unterworfene Blut einwirken; zu dieser Gestaltveränderung liegt aber in verschiedenem Blute eine verschiedene Prädisposition, gerade so wie der Harn verschiedener acuter Krankheiten auch bald früher bald später säuert und Harnsäurekrystalle ausscheidet. Wir wissen über das Zackig- oder Gekerbtwerden der Blutkörperchen nur so viel, dass Chlornatrium oft bei normalem Blute eine ähnliche Gestaltveränderung hervorbringt, dass grössere Concentration der Intercellularflüssigkeit der Bildung solcher Formen behülflich ist; so zeigt ein Tropfen Blut, wenn er einige Zeit auf dem Objectträger weilte, nach theilweiser Wasserverdunstung solche gekerbte Körperchen; dergleichen findet man gewöhnlich auch in den salzreichen Sputis Katarrhalischer oder Phthisischer, wenn sie bluthaltig sind.

In dem *Pfortaderblute* eben getödteter Thiere findet man (nach *Schmid*) nicht selten solche verzerrte und gekerbte Körper, während diese im Lebervenenblute nicht vorkommen; möglicher Weise könnte diese Verschiedenheit von dem verschiedenen Kochsalzgehalte des Serums beider Blutarten herrühren?

denn das Serum des Pfortaderblutes ist, wenn auch durchschnittlich weniger dicht, doch reicher an Chlornatrium als das andrer Venen.

Was die einzelnen Stoffe betrifft, welche auf die Form der Zellen und Farbe des Blutes gleichzeitig einwirken, so führen wir hier nur kurz die aus eigner Anschauung gewonnenen Resultate über jene Wirkungen an, da die Angaben der Autoren in vielen Punkten (aus leicht begreiflichen Gründen) so sehr differiren.

Am ersichtlichsten ist das Aufblähen der Körperchen und das gleichzeitige Dunkelwerden des Blutes auf Anwendung verschiedener Portionen Wasser. Je nach der Menge des zugesetzten Wassers schwellen die linsenförmigen Blutkörperchen an, jedoch in einem Durchmesser mehr als in dem andern; die Concavität derselben schwindet, an deren Stelle tritt eine Convexität, so dass sie endlich in sphärische Bläschen verwandelt werden. Diese erscheinen dem Auge oft kleiner, als die frühern Scheiben, weil ihr Querdurchmesser sich fast allein vergrössert, der Längsdurchmesser aber, namentlich bei Anwendung geringerer Mengen Wasser, verjüngt. Die Körperchen gleichen dann fast den Fettbläschen, nur sind sie weniger glänzend und weniger scharf contourirt, wie matt angehaucht. Durch reichliche Wasseraufsaugung nähert sich der Brechungscoëfficient der Körperchen so sehr dem der Intercellularflüssigkeit, dass sie durch das Mikroskop nicht mehr unterschieden werden können. Durch Zusatz von Salzen zu dieser Flüssigkeit können die Blutkörperchen in ihrer frühern Form wieder sichtbar gemacht werden; meistens aber erscheinen sie dann verzerrt, zackig oder sternförmig. Hat man das Blut mit sehr viel Wasser versetzt, so ist die Hüllenmembran gänzlich gesprengt worden und demnach können durch mehrmaligen Salzzusatz die Körperchen nicht wieder in ihrer Integrität hergestellt werden; es werden dann durchscheinende, granulirte Conglomerate ausgeschieden, die man durch wässrige Jodlösung sichtbarer zu machen pflegt, da sie dadurch braun gefärbt werden. Auch noch unzerstörte Blutkörperchen kann man in gewässertem Blute wieder sichtbar machen, indem durch die Jodlösung die Hüllenmembran contrahirt und gelb gefärbt wird. Je mehr man geschlagenem Blute Wasser zusetzt, desto *dunkler* wird es im auffallenden Lichte, zugleich aber wird es *durchscheinend*, Salzzusatz trübt die Flüssigkeit und macht sie heller roth, aber wieder undurchsichtig, was physikalisch hier erst noch zu erklären wohl überflüssig ist.

Die folgenden Versuche betreffen blos Kalbsblut; die Salzlösungen sind meist im Zustande der Sättigung bei + 15° C. angewendet.

Was zunächst das Verhalten des Aethers betrifft, so bemerkt *Nasse*, dass die Blutzellen dadurch kleiner und blässer werden, und glaubt, dass ein grosser Theil des Pigments aus ihnen dadurch extrahirt werde. Die nackten Beobachtungsresultate meiner Versuche sind in dieser Hinsicht folgende:

Wurden 100 Vol. Blut mit 4,8 Vol. Aether geschüttelt, so war kein deutliches Dunkelwerden des Blutes wahrzunehmen; der Aether trennte sich nicht wieder vom Blute; die Blutkörperchen waren wohl erhalten; nach 18 St. hatten sich die Blutkörperchen etwas gesenkt, das Serum war nicht gelblicher gefärbt, als andres Kalbsblutserum; viele Körperchen sphärisch, einige verzerrt und minder scharf contourirt.

Durch Schütteln von 100 Vol. Blut mit 8,1 Vol. Aether wurde das Blut sichtlich dunkler; Aether schied sich auch hier nicht ab; schon waren die meisten farbigen Zellen wie verschwunden; die noch erkennbaren waren aber scharf contourirt, sphärisch, auf der Oberfläche matt angehaucht, die farblosen Zellen traten sehr deutlich hervor.

100 Vol. Blut mit 12,4 bis 24,6 Vol. Aether geschüttelt gaben eine dunkelbraunrothe, durchscheinende Flüssigkeit; auch hier trat kein Aether auf die Oberfläche, dagegen schied sich ein lichteres, gelbliches Sediment ab, welches unter dem Mikroskop sich als gerinnselartige Materie (Fetzen der Hüllenmembranen) zeigte; farbige Blutkörperchen wurden nur sehr vereinzelt, blass und aufgebläht gefunden, so dass sie Fettbläschen glichen; die farblosen Zellen so deutlich, als ob das Blut mit Wasser behandelt worden wäre.

Werden gleiche Volumina Blut und Aether gemischt, so wird die Flüssigkeit sehr dunkel, aber höchst durchscheinend; hier trennt sich beim ruhigen Stehen ein grosser Theil des Aethers wieder vom Blute; auch hier setzen sich gelbliche Flocken ab; unter dem Mikroskope erscheinen die farblosen Zellen sehr deutlich, von wohlerhaltenen farbigen dagegen keine Spur; übrigens sah man viel grosse weisse Aetherblasen in gelblicher Flüssigkeit; der nach 18 St. auf der wässrigen Flüssigkeit gesammelte Aether war farblos, trotz oft wiederholtem Schütteln; es scheint mir also nicht, als ob viel hämatinhaltiges Fett durch Aether aus den Blutzellen extrahirt werden könnte.

Salze, wie schwefelsaures Natron und Kali, salpetersaures und chlorsaures Kali und ähnliche wirken einander ziemlich gleich, wir beschränken uns daher nur auf Mittheilung des Verhaltens der nächstfolgenden, die als Repräsentanten der neutralen Salze fixer Alkalien in dieser Hinsicht betrachtet werden können.

1 Vol. Blut mit 0,8 Vol. einer (bei 15° gesättigten) Lösung von salpetersaurem Natron gemischt, gab eine hellzinnoberrothe undurchsichtige Flüssigkeit, Blutkörperchen stark contrahirt, namentlich im Centrum, so dass sie backschüssel-biscuit- oder trommelschlägelförmig erschienen. Nach 24 St. (bei 12° C.) hatten sich die Körperchen um $1/_{22}$ des Volumens der Flüssigkeit gesenkt; das Serum war vom Cruor nicht scharf abgegrenzt, und dabei immer noch etwas röthlich gefärbt; die Farbe des Gesammtbluts war wieder etwas dunkler geworden, so dass sie der des ungemichten Blutes glich; die Blutkörperchen von sehr verschiedener Grösse und Form, sphärisch, eckig, länglich, zackig.

100 Vol. Blut, gemischt mit 64,7 Vol. einer Lösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron, wird hellzinnoberroth, schon nach 45 Minuten tritt Senkung der Körperchen ein; diese sind stark contrahirt, biscuitförmig; nach 23 St. haben sich die farbigen Zellen um $1/_{16}$ des Vol. der Flüssigkeit gesenkt; das Serum vollkommen farblos, Cruor hellscharlachroth; Blutkörperchen auch jetzt noch stark contrahirt.

1 Vol. Blut, mit dem halben Vol. einer Lösung von einfach-kohlensaurem Natron gemischt, wird sehr hell zinnoberroth; nach 40 Minuten bereits deutliche Senkung der Blutkörperchen; letztre bedeutend contrahirt; nach 24 St. Senkung um $1/_{15}$ des Vol. der Flüssigkeit; Farbe des Bluts sehr dunkel,

Serum röthlich, unmerklich in den Cruor übergehend, sehr zäh und klebrig; Blutkörperchen sphärisch, blass, matt angehaucht.

1 Vol. Blut mit 0,7 Vol. einer Lösung von doppeltkohlensaurem Natron gemischt, wird sehr hellzinnoberroth gefärbt, Blutkörperchen sehr stark contrahirt, nach 35 Minuten bereits Senkung derselben, nach 24 St. Farbe noch so hellroth wie früher, Blutkörperchen ebenso, Senkung um $1/10$ Volumen, Serum klar und farblos.

1 Vol. Blut mit 0,8 Vol. einer Lösung von Kaliumeisencyanür gemengt verhält sich ganz wie das vorige Gemisch; die Senkung der Körperchen beginnt aber erst nach 50 Minuten; nach 18 St. um $1/18$ Vol. Serum klar und farblos.

1 Vol. Blut wird durch 0,7 Vol. Boraxlösung sehr hellroth; Blutkörperchen fast wie beim vorigen Salze contrahirt; Senkung nach 24 St. um $1/15$ des Vol. der Flüssigkeit; Serum klar, aber röthlich.

Blut, mit dem halben Vol. Jodkaliumlösung versetzt, wird hellzinnoberroth, dessen Körperchen stark contrahirt, biscuitförmig; Senkung derselben beginnt nach 1 St.; nach 18 St. ist die Senkung etwa um $1/25$ des Vol. der Flüssigkeit, das Serum ist röthlich, trüb und recht scharf vom Cruor abgegrenzt; die ganze Flüssigkeit noch etwas dunkler roth, als frisches, unvermischtes Blut, übrigens gallertartig, fadenziehend; die Blutkörperchen haben ihre Scheibenform verloren, sind sphärisch, aber bei weitem kleiner, einige sehr verzerrt, zackig.

100 Vol. Blut werden durch 44 Vol. einer Lösung von Schwefelcyankalium hellzinnoberroth gefärbt; Blutkörperchen dieser Färbung entsprechend contrahirt; Senkung tritt schon nach 34′ ein; nach 24^h ist die Flüssigkeit schwarzbraun, Senkung war nur $1/10$ des Volumens, dabei aber das Serum roth gefärbt, durchscheinend; der Cruor bildete eine dunkelschwarzbraune, durchscheinende, klare, vollkommen dünnflüssige Masse, in welcher unter dem Mikroskop keine morphologischen Elemente zu erkennen waren.

1 Vol. Blut wird durch 0,6 Vol. einer Lösung von Chlorcalcium (1 Th. Salz auf 12 Th. Wasser) hellroth, jedoch nicht so licht, wie bei den meisten Alkalisalzen; nach 1^h Anfang der Senkung, Blutkörperchen contrahirt, nach 18 St. ist keine Spur von Senkung zu bemerken, Blutkörperchen im Längsdurchmesser vergrössert, im Dickedurchmesser sehr verjüngt, so dass sie mehr lamellenartig als scheibenförmig erscheinen, dabei sehr verzerrt, und theilweise gezahnt.

1 Vol. Blut, mit dem halben Volumen einer Lösung schwefelsaurer Talkerde gemischt, wird sehr hellzinnoberroth, und bleibt auch so noch nach 18 St.; die Flüssigkeit ist alsdann sehr fadenziehend geworden, Senkung sehr gering; Blutkörperchen biscuit- und backschüsselförmig, Längsdurchmesser vergrössert, Scheibenform etwas verzerrt, oft an den Rändern ein wenig eingekerbt.

1 Vol. Blut wird durch $2/3$ Vol Salmiaklösung anfangs zinnoberroth, erscheint aber nach 24 St. bei weitem dunkler als z. B. das mit schwefelsaurem Natron versetzte Blut, jedoch kaum dunkler als unvermischtes Blut, nach 1^h 5′ Anfang der Senkung, nach 10 St. aber keine eigentliche Serumabscheidung,

das Gemisch ist nach der Oberfläche hin nur etwas durchscheinend, aber roth; übrigens sehr fadenziehend. Blutkörperchen sphärisch, im Durchmesser kleiner, als die Scheiben der ursprünglichen Körperchen.

1 Vol. Blut, gemischt mit dem halben Vol. einer Lösung von Rohrzucker (1 Zucker auf 22 Th. Wasser) wird etwas heller roth, Blutkörperchen mässig contrahirt, nach $1\frac{1}{4}$ St. Anfang der Senkung, nach 18 St. Senkung um $\frac{1}{16}$ Vol., Serum vollkommen klar und farblos; Cruor etwas heller als der gewöhnlichen Bluts, Blutkörperchen immer noch mässig contrahirt.

1 Vol. Blut wird durch 0,7 Vol. einer Lösung von Gummi arabicum (1 Th. in 20 Th. Wasser) sehr dunkel, Blutkörperchen aufgebläht, fast sphärisch; nach $\frac{3}{4}$ St. Beginn der Senkung, nach 18 St. Senkung um $\frac{1}{40}$ des Volumens; Farbe des Gesammtblutes schwarzroth, Flüssigkeit sehr zäh.

100 Vol. Blut, mit einer wässrigen Lösung von arseniger Säure gemengt, werden ein wenig heller roth, Blutkörperchen unverändert, nach 24 St. Senkung um $\frac{1}{10}$ des Vol. der Flüssigkeit, das Serum ist aber roth, Blutkörperchen sphärisch, ohne Centralschatten; mehrere auf dem Rande liegende nierenförmig; der Dickdurchmesser constant vergrössert.

1 Vol. Blut, mit dem halben Vol. höchst verdünnter Salzsäure (1 Th. H Cl auf 532 Th. Aq.) gemischt, wird sehr dunkel; die Blutkörperchen zeigen sich wenig verändert, viele sogar backschüsselförmig, die auf dem Rande liegenden stäbchenförmig; Dickdurchmesser immer etwas vergrössert.

1 Vol. Blut, mit 0,001 Vol. Aetzammoniak gemischt, verändert kaum die Farbe, Blutkörperchen nicht sichtlich verändert; nach 24 St. Senkung um $\frac{1}{100}$ Vol.; Serum aber roth, Blutkörperchen ein wenig aufgebläht.

Aetzende Alkalien und mehrere organische Säuren, wie Essigsäure, verwandeln das Blut in eine schwarzbraune, dichte, ziemlich consistente Gallert, Blutkörperchen aufgebläht und verzerrt oder zerstört.

Nach den Beobachtungen von *Harless* haben wir die erste Wirkung des Sauerstoffs und der Kohlensäure auf die farbigen Blutzellen ebenfalls als eine mechanische erkannt; allein derselbe Autor hat durch seine vielfach modificirten Forschungen nachgewiesen, dass diese Gase auch eine chemische Wirkung auf jene Molecüle des Bluts ausüben; so fand er z. B., dass, wenn man Sauerstoff und Kohlensäure abwechselnd auf die rothen Zellen einwirken lässt, diese allmälig (nach dem neunten bis zehnten Wechsel der Gase vollständig) zerstört werden, eine Erfahrung, die, wie leicht ersichtlich, von der höchsten Wichtigkeit für das Verhalten der farbigen Zellen im kreisenden Blute ist. Man würde also jedenfalls zu weit gegangen sein, hätte man aus den oben angeführten Gründen den Einfluss des Sauerstoffs oder der Gase überhaupt auf die Blutfarbe nur der durch diese bewirkten Formveränderung der Blutkörperchen zuschreiben wollen. Die erste Einwirkung des Sauerstoffs mag immerhin physikalisch sein, gerade so wie die der Salze; allein auch diese wirken nur anfangs mechanisch ein; sie fär-

ben fast sämmtlich, wie wir gesehen haben, in den ersten Momenten ihrer Wirkung das Blut hellroth; nach verschieden langer oder kurzer Zeit machen sie das Blut mehr oder weniger dunkelroth.

Gerade in dem mehr oder weniger schnellen Vorübergehen der ersten, d. h. mechanischen Wirkung der Salze, ist wohl der Grund zu suchen, weshalb man vielen derselben nur eine chemische Einwirkung zuschrieb, indem man sie nur fähig glaubte, das Blut dunkler zu färben; z. B. die kohlensauren Alkalien (*Mulder* und *Nasse*), die Ammoniaksalze (*Dumas*), die Kalisalze und namentlich den Salpeter (*Hünefeld*).

Nasse hat bereits in Folge mehrerer sorgfältig ausgeführter Versuchsreihen nachgewiesen, dass man aus der Einwirkung solcher Substanzen auf frisches Blut ausserhalb des Organismus auf deren Wirkung im kreisenden Blute des lebenden Körpers zu schliessen, keineswegs berechtigt ist. Derselbe gab Hunden und Ziegen längere Zeit soda- oder salpeterhaltiges Futter, beobachtete aber entweder keine Einwirkung auf die Gerinnung des Bluts oder eine der erwarteten gerade entgegengesetzte. Aehnliche Erfahrungen machte ich bei Injectionen von Salpeterlösungen oder Lösungen von doppeltkohlensaurem Kali; eine Lösung von 30 grm. Salpeter in 200 grm. Wasser von ungefähr 38° wurde einem etwas abgetriebenen Pferde in die Jugularis sehr langsam injicirt; das Pferd erlitt dabei nur geringen Blutverlust. Eine Viertelstunde nach vollendeter Injection ward eine Venäsection gemacht; das Blut war etwas dunkler als das vor der Injection entleerte und gerann schneller, bildete aber einen weniger dichten Blutkuchen und eine geringere Kruste. Einem andern noch ziemlich kräftigen, alten Pferde wurden in ähnlicher Weise 30 grm. in 180 grm. lauem Wasser gelöstes doppeltkohlensaures Kali in die Jugularis injicirt; 17 Minuten nach vollendeter Injection wurde aus der Jugularis der andern Seite eine Quantität Blut entnommen; dieses Blut war bei weitem dunkler gefärbt, als das vor der Injection untersuchte; die Blutkörperchen senkten sich weit langsamer, die Kruste war weniger dick und der Cruor leicht zerreiblich. In dem letztern Falle ist die Umwandlung des Blutes aus der Zersetzung des doppeltkohlensauren Kalis sehr wohl zu erklären; im kreisenden Blute sind alle Bedingungen vorhanden, welche eine Zersetzung jenes Salzes in Kohlensäure und einfachkohlensaures Kali bedingen, namentlich höhere Temperatur und Einwirkung freier Gase; das Blut hat daher den Charakter eines kohlensäurereichen Blutes angenommen; die dunkle Färbung des Bluts ist hier der Anhäufung von Kohlensäure im Blute entsprechend; das neutrale kohlensaure Alkali, so schnell es auch durch die Nieren ausgeschieden wird, hatte aber hier doch die Senkung der Blutkörperchen verlangsamt. Die Wirkung der freien Kohlensäure zeigte sich auch in dem rauschähnlichen, muntern Zustande, in welchem sich das Thier noch eine Stunde nach der Injection befand. Dieser Zustand war dem ganz ähnlich, den ich wiederholt an Pferden beobachtete, als ich ein Gemisch von 10% Kohlensäure und 90% atmosphärische Luft, 3 bis 8 Minuten lang, hatte athmen lassen; der Puls mehrte sich in der Minute von 36 und 40 Schlägen auf 50 bis 54; die Augen des Thiers wurden glänzend, der Blick war frei, die Haltung gut, Knurren im Bauche, Blähungen, Speichelfluss.

Dass sich das *doppeltkohlensaure Kali* im Blute lebender Thiere in Kohlen-

säure und in einfach oder anderthalbkohlensaures Kali zersetze, geht auch aus den Erfahrungen hervor, die ich an Fröschen machte. Dieselben wurden in verschieden gesättigte Lösungen von doppeltkohlensaurem Kali oder Natron gebracht, dabei aber so fixirt, dass sie frei zu athmen vermochten und die Schleimhaut des einen Fusses gleichzeitig unter dem Mikroskop beobachtet werden konnte. Schon 3 Minuten nach Beginn des Versuches fingen die Blutkörperchen an, in den kleinern Capillaren der Schleimhaut zu stocken, in den grössern war eine auffällige Verminderung der Schnelligkeit des Blutlaufs noch nicht wahrzunehmen; nach 10 bis 15 Minuten gab sich jedoch auch hier eine Störung durch zeitweilige Stockung und Verlangsamung zu erkennen; noch später trat in diesen grössern Gefässen eine Oscillation ein, so dass nicht entschieden werden konnte, wohin eigentlich die Strömung gehen sollte. So weit es möglich war, wurden die Blutkörperchen dieses Frosches verglichen mit denen eines andern (nicht mit solchem Salze behandelten), dessen Schwimmhaut gleichzeitig unter ein andres Mikroskop bei ziemlich gleicher Vergrösserung gebracht worden war. Kerne, die man bekanntlich an den Blutzellen kreisenden Froschbluts überhaupt nicht wahrnimmt, waren auch hier nicht zu erkennen; allein obgleich genaue Messungen der Blutzellen innerhalb der Schleimhaut nicht ausgeführt werden konnten, so zeigte doch (nachdem in den feinern Capillaren der Schwimmhaut des in jenem Salze befindlichen Frosches bereits Stasis eingetreten war) ein Vergleich der Blutzellen beider Arten kreisenden Bluts, dass dasjenige, in welchem doppeltkohlensaures Alkali diffundirt war, aufgequollene, in ihrem Längsdurchmesser verkürzte, im Querdurchmesser erweiterte Blutzellen führte. Noch viel deutlicher traten dieselben Erscheinungen und Dimensionsveränderungen der Blutkörperchen hervor in Fröschen, die in einer *kohlensäurereichen Atmosphäre* allmälig erstickt wurden.

In beiden Fällen war das Blut der grössern Gefässe und des Herzens nicht braunroth, sondern bläulichroth, kirschroth bis fast völlig violett; die Blutkörperchen ohne deutlichen Kern zeigten eine von der Einstellung des Mikroskops unabhängige, centrale und peripherische Trübung; einzelne ihrer Durchmesser noch an Volumen vergrössert. Durch Zusatz von doppeltkohlensaurem Kali zum Blute der mit Kohlensäure oder dem doppeltkohlensauren Salze behandelten Frösche vertauschte dasselbe seine blaurothe Farbe mit einer hellzinnoberrothen; die Blutzellen waren aber so contrahirt, dass sie unter dem Mikroskop zerknitterten elliptischen Blättchen oder gefalteten und betüpfelten Läppchen gleichen; ihr Querdurchmesser war so verjüngt, dass er kaum messbar war; die Kerne traten deutlich hervor, aber nicht in der gewöhnlichen Form, sondern als dunkle granulirte Häufchen, welche den Knochenkörperchen entfernt ähnelten. In beiden Fällen trennte sich das Serum sehr gut vom Blutkuchen; beide Blutarten machten geröthetes Lackmus wieder blau, allein nur das der mit dem Salze behandelten Frösche wirkte auf Curcumäpapier. Das Herz der getödteten oder betäubten Thiere zeigte die auffallende Erscheinung, dass es beim Kneipen mit der Pincette in Starrkrampf verfiel und durch die Blutentleerung ganz weiss wurde. Die Lungen waren bei den Fröschen, die Kohlensäure geathmet hatten, ausserordentlich ausgedehnt, blutleer und fast farblos, bei den mit dem Salze behandelten collabirt und kirschblauroth. In der gesättigten Lösung

von doppeltkohlensauren Alkalien verendeten die Frösche schon nach 5 Minuten; in einer mässig verdünnten blieben sie oft 1½ St. am Leben.

Wurden Frösche in ganz ähnlicher Weise mit Lösungen *einfach kohlensaurer Alkalien* behandelt, so waren auch hier sehr bald Stockungen des Blutstromes in den Capillaren zu bemerken; allein in den Dimensionsverhältnissen der Blutzellen konnte durchaus keine Veränderung (keine Vermehrung, aber auch keine Verminderung des Volumens) selbst bei einigen noch ermöglichten vergleichenden Messungen wahrgenommen werden; die Capillaren füllten sich aber stark mit Blutkörperchen; wie bei den Entzündungserscheinungen schien sich die Intercellularflüssigkeit zu vermindern und dadurch Stasis herbeigeführt zu werden; Kerne waren auch hier nicht zu erkennen. Das Blut der grossen Gefässe hatte nicht den geringsten Stich ins Violette, sondern war rein braunroth; die Blutkörperchen desselben waren aber collabirt, gefaltet, stark granulirt und zeigten einen matt granulirten Kern; auf Zusatz von einfachkohlensaurem Alkali wurden sie noch mehr contrahirt, die Kerne traten deutlicher hervor als Häufchen scharf hervortretender Körnchen, die ganze Zelle lappig gefaltet, am Rande ziemlich regelmässig punktirt; an der Luft färbte sich der dunkelrothbraune Kuchen hellroth. Lungen mässig collabirt, braunroth, das Herz wurde durch Berühren nicht in Starrkrampf versetzt, sondern zu lebhaftern Contractionen disponirt.

An mit *Aether* narkotisirten und in gleicher Weise beobachteten Fröschen waren einige auffallende von den bisher erwähnten sehr verschiedene Erscheinungen zu bemerken; so wurden hier während der allmäligen Einwirkung des Aethers zwar auch Stockungen im Blutlaufe der Schwimmhaut bemerkt, allein anstatt einer Anhäufung von Blut in den kleinern Capillaren entleerten sich viele derselben vollkommen von gefärbten Zellen, so dass in einzelnen nur noch hie und da farblose Blutkörperchen zu erkennen waren; aus den grössern Gefässen trat in das scheinbar offen stehende leere kein Blutkörperchen mehr über; es war sichtlich der Durchmesser der kleinern Capillaren so verjüngt, dass keine rothe Blutzelle mehr eindringen konnte; an der deutlich sichtbaren Einmündungsstelle strömten die rothen Zellen vorüber; an den Blutkörperchen selbst war keine Veränderung wahrzunehmen. Das Blut der grösseren Gefässe war dunkelroth mit einem Stich ins Violette; Blutkörperchen desselben in den ersten Momenten normal und ohne Kern, wurden an der Luft bald verzerrt und undeutlich. Die Lungen mehrmals (aber nicht immer) mit Luft erfüllt und sehr expandirt. Bemerkenswerth ist vielleicht, dass nach der Aetherisirung die Muskeln immer im höchst schlaffen Zustande gefunden wurden, während nach Anwendung von Kohlensäure oder kohlensauren Alkalien constant tonische Krämpfe und die Muskeln nach dem Tode in ausgeprägtem Starrkrampf gefunden wurden; ist diese Erscheinung als die Folge der Reizung oder Lähmung der Spinalnerven anzusehen, so würden wir in den vasomotorischen Nerven der Schwimmhaut bei Rigor der Muskeln Lähmung derselben und bei Paralyse der Spinalnerven Reizung der vasomotorischen Nerven beobachtet haben.

Wir würden kaum an diesem Orte das Verhalten der genannten Substanzen im Blute lebender Thiere so ausführlich geschildert haben, wenn wir diese Versuche nicht zugleich als Warnungsmittel hätten benutzen wollen gegen die übereilten Schlussfolgerungen, die man aus dem Verhalten einzelner chemischer Stoffe gegen Blutkörperchen und andre Blut-

elemente gezogen hat, um pathologische und pharmakologische Processe zu erklären. Hätte man in der neuern sg. rationellen Pharmakologie sich vor so grob chemischen Anschauungen gehütet, man würde viele Irrthümer vermieden und sich frei von physiologisch lächerlichen Fictionen bewahrt haben.

Dass viele von jenen Substanzen, welche die Form der Blutkörperchen verändern, gleichzeitig auf die Hüllen derselben chemisch einwirken, ist aus dem Obigen klar, allein ob sich diese und zwar namentlich die Gase auch auf den Inhalt der Blutzellen und zwar vorzugsweise auf das Pigment mit erstrecken, ist eine noch keineswegs entschieden beantwortete Frage. Nach den Eigenschaften des im 1. Th. beschriebenen Hämatins zu urtheilen, dürfte man wohl kaum eine solche Einwirkung erwarten; denn wir haben dort gesehen, wie indifferent, wie unzugänglich den meisten chemischen Agentien das Hämatin ist, aber allerdings auch gezeigt, dass dieses Pigment schwerlich in dem Zustande in den Blutzellen enthalten ist, wie es von den Chemikern isolirt dargestellt wird. Bestimmte chemische Thatsachen fehlen uns noch gänzlich, um die kaum zu bezweifelnde Einwirkung des Sauerstoffs auf den Inhalt der Blutkörperchen zu beweisen; nur einige Versuche von *Bruch*[1]) unterstützen diese aus physiologischen Gründen mehr als wahrscheinlich gewordene Ansicht. Das Pigment selbst scheint durch Sauerstoff und Kohlensäure Farbenveränderungen zu erleiden; wird nämlich stark gewässertes Blut, in dessen Plasma präsumtiv der Blutkörpercheninhalt diffundirt ist, mit Kohlensäuregas geschüttelt, so wird seine dunkle Farbe im durchfallenden Lichte noch dunkler, d. h. also: blos gewässertes Blut ist weniger tief dunkelroth durchscheinend, als gleich stark gewässertes, aber mit Kohlensäure imprägnirtes; die entgegengesetzte Wahrnehmung macht man, wenn solch gewässertes Blut mit Sauerstoffgas behandelt wird. Hierin mag ein Grund mit liegen, weshalb das wasserreichere Blut der Pfortader noch dunkler gefärbt ist, als das andrer Venen.

Es geht aus allen diesen Mittheilungen über die mechanischen Verhältnisse der Blutkörperchen hervor, dass sehr verschiedene Einflüsse auf die Blutzellen einwirken können, um eine bestimmte Farbennuance des Gesammtblutes hervorzubringen, und dass in speciellen Fällen oft schwer zu entscheiden ist, aus welchen einander oft entgegengesetzten Ursachen die Farbe des gerade vorliegenden Blutes resultire.

Auch andre physikalische Verhältnisse, die nicht direkt auf die Blutkörperchen einwirken, können die Farbe des Gesammtblutes modificiren. So finden wir lichtere Färbungen des Blutes, wenn in demselben neben den rothen sehr

1) *Bruch*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 1. S. 440—450 u. Bd. 3. S. 308—318.

viele farblose Blutzellen oder andre das Licht stark reflectirende Körperchen enthalten sind. So zeigte schon *Scherer*, dass Zusatz von Milch oder Gypspulver das Blut heller roth mache; aus diesem Grunde findet man zuweilen das an farblosen Blutzellen reiche Blut Pyämischer und Anämischer, sowie das mit Fettbläschen erfüllte Blut von Säufern von lichterer Färbung.

Dass äussere Einflüsse, z. B. bei der Fäulniss des Bluts, immer zunächst auf die Form der Blutkörperchen einwirken müssen und nachher erst chemische Umwandlungen einleiten können, bedarf wohl nicht erst besonderer Erwähnung. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn wir im Blute von Leichnamen oder in alten Exsudaten auf die verschiedensten Formen von Blutkörperchen stossen. Aus diesen Formen lassen sich indessen nur selten Schlüsse auf die vorangegangene Krankheit ziehen; denn sie sind nicht die unmittelbare Wirkung eines krankhaften Processes, sondern nur die Folge chemischer oder physischer Umwandlungen, denen zunächst die Intercellularflüssigkeit unterlegen ist. Man darf also aus der Untersuchung solchen Blutes, namentlich vom Mikroskope, keine grossen Vortheile für die medicinische Diagnostik erwarten, einmal weil in frischem Blute niemals solche Formveränderungen der Blutkörperchen vorkommen (wie man sie z. B. im Typhusblute einmal gefunden zu haben glaubte), und andrerseits weil das aus dem Leichname entlehnte Blut immer schon durch die äussern Einflüsse wesentliche Veränderungen erlitten hat.

Nachdem wir die physikalischen Eigenschaften der Blutkörperchen betrachtet haben, gehen wir zur Erforschung der chemischen Bestandtheile derselben über. Dieser Gegenstand lag bis auf die neueste Zeit noch sehr im Dunkel. Die mikroskopische Betrachtung des Blutes hatte zwar gelehrt, dass der Farbstoff desselben nur auf die farbigen Zellen beschränkt sei; *Berzelius* hatte ferner gezeigt, dass in diesen Zellen ein eiweissartiger, vom Albumin verschiedener Stoff, den er Globulin nannte, enthalten sei, und sprach die Vermuthung aus, dass die sg. phosphorhaltigen Fette wohl nur auf die Blutzellen beschränkt seien. *Berzelius* hatte schon den Weg angedeutet, auf welchem die Blutkörperchen von der Intercellularflüssigkeit getrennt, und, obwohl von mehreren ihrer wesentlichen Bestandtheile befreit, doch wenigstens frei von Serumbestandtheilen erhalten werden konnten. *Dumas* und *Figuier* brachten diese Methode in Anwendung und der erstere stellte sogar mit dem getrockneten Blutkörperchenreste Elementaranalysen an: allein alle diese Untersuchungen konnten der Natur der Sache nach nur wenig Aufschluss über die eigenthümlichen und wesentlichen Bestandtheile jener farbigen Zellen geben; denn man hatte entweder die Blutzellen nur mit Intercellularflüssigkeit gemengt untersucht oder nur die von allen löslichen (die Hüllenmembran der Zellen durchdringenden) Stoffen befreiten Zellen der Forschung unterworfen und das letztre wohl nicht einmal in erschöpfender Weise.

Erst durch die scharfsinnig erdachte und sorgfältig ausgeführte Untersuchungsmethode *C. Schmidt's* sind wir in den Stand gesetzt worden, bestimmtere Aufschlüsse über die Zusammensetzung des Inhalts der Blutkörperchen und die Natur der einzelnen darin vorkommenden Stoffe zu erhalten. Wir werden sehen, dass in dieser Entdeckung *Schmidt's* der Schwerpunkt aller unsrer Kenntnisse und Ansichten über die chemisch-physiologische Dignität der Blutzellen gelegen ist.

Berzelius[1]) hatte bereits gefunden, dass die Blutkörperchen (die er damals noch Blutroth nannte), von allen Salzen mit alkalischer Basis und von Zucker nicht aufgelöst werden, und dass man auf diese Weise ein Mittel hat, die Blutkörperchen von der Intercellularflüssigkeit einigermassen zu trennen. *Figuier*[2]) empfahl dieses Mittel zuerst zur quantitativen Bestimmung der Blutkörperchen, worüber weiter unten ausführlicher die Rede sein wird. Da jedoch bei dem Versuche, die Blutkörperchen auf diese Weise (gewöhnlich wendet man eine Lösung von schwefelsaurem Natron an) von den Bestandtheilen der Intercellularflüssigkeit zu trennen, sich sehr bald zeigt, dass diese Theile einerseits zusammenkleben und das Filter verstopfen, andrerseits aber auch so sich verändern, dass sie das Filter durchdringen, so empfahl *Dumas*[3]) in die auf dem Filter befindliche Flüssigkeit fortwährend Sauerstoff zu leiten, während man gleichzeitig immer neue Quantitäten Glaubersalzlösung zutröpfeln lässt. Die so erhaltenen glaubersalzhaltigen Blutkörperchen wurden getrocknet, mit Aether und kochendem Alkohol extrahirt und endlich durch kochendes Wasser vom schwefelsauren Natron und anderen löslichen Bestandtheilen befreit; *Dumas* fand durch Elementaranalysen in diesem Residuum serumfreier Blutzellen von Menschen, Hunden und Kaninchen nach Abzug der Asche constant die Verhältnisse von 55,1 bis 55,4% Kohlenstoff, 7,1% Wasserstoff, 17,2 bis 17,5% Stickstoff und demnach 20,2 bis 20,6% Sauerstoff.

C. Schmidt[4]) stellte in ähnlicher Weise die coagulirbaren und unlöslichen Theile der Blutzellen dar und fand ihr specifisches Gewicht im eisenhaltigen Zustande = 2,2507, im aschen- und eisenfreien aber = 1,2090. Derselbe Autor fand durchschnittlich in 100 Th. dieser trocknen Zellenresiduen 87,59 Globulin und 12,41 Hämatin; die aschehaltigen Residuen gaben 1,179% Eisenoxyd und 0,126 phosphorsaure Erden.

Was die *Hüllenmembran* der rothen Blutzellen betrifft, so hielten die meisten französischen Chemiker noch bis auf die neueste Zeit nach der alten Ansicht über die Blutgerinnung jene Membran für Fibrin. *Denis* und *Lecanu* haben versucht, die Gegenwart des Fibrins in den Blutkörperchen durch Zusammenreiben derselben mit Salzen, wie Salpeter und Kochsalz, zu erweisen; *Virchow*, der diese Versuche wie-

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 74. (4te Aufl.)
2) *Figuier*, Ann. de Chim. et de Phys. 3me Sér. T. 11. p. 503.
3) *Dumas*, ebendas. T. 17. p. 542.
4) *C. Schmidt*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61. S. 156—167.

derholte, hat jedoch gezeigt, dass die von jenen Autoren beobachteten Häutchen nichts als die vielfach zusammengefalteten und an einander haftenden Hüllen der Blutkörperchen sind, welche unter dem Mikroskop durch Schieben und Quetschen des Deckplättchens oft das Ansehen *Nasse*'scher Faserstoffschollen erhalten; *Virchow* bemerkt aber mit vollem Rechte, dass durch die Löslichkeit dieser Membranen in Salpeterwasser und ihr Aufquellen in Essigsäure ihre Identität mit dem Faserstoff noch keineswegs erwiesen sei; übrigens vermochte ich wenigstens von der Hüllenmaterie der Körperchen des Pferde- und Rindsblutes durch längere Digestion mit Salpeterwasser auch nicht eine Spur coagulabler oder durch Essigsäure fällbarer Materie aufzulösen. *Mulder* hält die Hüllenmembran für Proteïndeutoxyd; die Eigenschaften der durch Behandlung des Bluts mit Wasser erhaltenen Hüllenrudimente stimmen aber keineswegs mit denen des *Mulder*'schen Proteïndeutoxyds überein; in Essigsäure sowie in Alkalien sind sie weit schwerer löslich, als das letztre; auch enthält dieses bekanntlich Schwefel, von dem ich wenigstens keine Spur in den Membranen entdecken konnte. *Mulder* hat auch die Gegenwart dieses Stoffs nicht durch directe Versuche dargethan, sondern ist zu dieser Annahme nur durch folgende Betrachtung veranlasst worden: beim Durchgange durch die Lungencapillaren überziehen die Blutkörperchen sich mit einer dichteren Lage jenes Deutoxyds, wodurch der Blutfarbstoff (wie durch Milchglas) mit lichter rother Farbe durchscheint, daher die hellere Röthung des Arterienblutes; die centrale Depression der farbigen Blutzellen spreche ebenfalls dafür, da die Entzündungskruste, in welcher bekanntlich viel Deutoxyd enthalten sei, auch eine grosse Neigung besitze, eine ähnliche Depression oder Concavität zu zeigen.

Die Hüllenmembran hat selbst bei den Körperchen eines und desselben Blutes wahrscheinlich nicht vollkommen gleiche Zusammensetzung; wenigstens sehen wir, dass die farbigen Zellen desselben Blutes von denselben Mitteln in der Regel sehr ungleich verändert werden; lässt man Wasser, verdünnte Säuren, Aether, verdünnte Alkalilösungen auf die Blutkörperchen einwirken, so werden dieselben sehr ungleich zerstört; manche verschwinden z. B. selbst bei sehr starker Verdünnung mit Wasser durchaus nicht; man pflegt diese für die jüngeren, die leicht zerstörbaren für die älteren Blutkörperchen zu halten, indem man glaubt, dass die Hülle der farblosen Blutzellen, aus welchen die farbigen wenigstens zum Theil hervorgehen, ihre frühere chemische Natur noch einige Zeit beibehält, auch wenn sich bereits Pigment in

der Zelle gebildet hat. Die Hülle aber, welche unserm Auge unter dem Mikroskop so bald entschwindet, wird von den wenigsten der angewendeten Mittel wirklich aufgelöst, sondern sie geht nur in einen gallertartigen oder vielmehr schleimartigen Zustand über, in welchem ihr Lichtbrechungscoëfficient ziemlich gleich wird dem des Plasma; wir können dies nicht blos aus der oben öfter erwähnten Erscheinung schliessen, wornach die Hülle entweder in ihrer Integrität oder wenigstens in ihren Rudimenten durch Salzlösungen, Jodwasser u. s. w. wieder sichtbar gemacht werden konnte, sondern auch aus dem Schleimig- und Fadenziehendwerden des Blutes nach Zusatz gewisser Substanzen, z. B. verdünnter organischer Säuren, kohlensaurer Alkalien, Jodkalium, Salmiak u. s. w. Durch Sättigung so veränderten Blutes mit Säuren oder Alkalien oder Zusatz von Jodwasser oder schwefelsaurem Natron wird die Hülle der Blutkörperchen wieder sichtbar und gleichzeitig verliert das Blut seine Klebrigkeit. Uebrigens wird Intercellularflüssigkeit oder Serum durch die genannten Mittel nicht in den Zustand des Fadenziehens versetzt; dieselbe muss demnach von den Blutkörperchen ausgehen; dazu kommt, dass auch der nun in Wasser aufgequollene Schleim durch dieselben Mittel sich verdichtet, so dass er dem unbewaffneten Auge weniger durchsichtig, fast wie coagulirt erscheint und unter dem Mikroskope fadige Streifen zeigt.

Von der in den Blutzellen enthaltenen coagulirbaren Materie, dem *Globulin*, sowie von dem *Hämatin*, ist im ersten Theile ausführlicher die Rede gewesen; wir lenken daher unsre Aufmerksamkeit auf die andern organischen Substanzen, die als wesentliche Bestandtheile der farbigen Blutzellen zu betrachten sind.

Was zunächst die *Kerne der Blutkörperchen* betrifft, so sind diese schon in morphologischer Hinsicht ein sehr zweifelhaftes Moment, indem selbst von mehrern der ersten Physiologen (*R. Wagner* und Andern) die so deutlich sichtbaren und oft scharfbegrenzten Kerne der Blutkörperchen von Amphibien für Producte chemischer Abscheidung aus dem homogenen Zelleninhalte nach dem Tode angesehen werden, während Andre auch in den scheibenförmigen farbigen Körpern der Säugethiere und Vögel Kerne oder wenigstens Rudimente derselben gesehen haben. Möge aber die morphologische Existenz dieser Elemente entschieden werden, wie sie wolle, so lässt sich doch über ihre chemische Natur für jetzt durchaus nichts bestimmen, erstens deshalb, weil man sie isolirt für die chemische Untersuchung vorzubereiten durchaus nicht im Stande gewesen ist, und zweitens deshalb, weil,

wenn man sie jetzt auch für eine Proteïnverbindung erkennen sollte, die Kenntniss dieser Stoffe noch so sehr im Argen liegt, dass sich gar nicht entscheiden lassen würde, ob diese Kernmaterie einem der bekannten und benannten Proteïnkörper beizuzählen sei oder nicht.

Joh. Müller und nach ihm *Fz. Simon* halten den Kern für Faserstoff, da er in Essigsäure und in Alkalien sich auflösen soll, allein leider sind diese Eigenschaften nicht charakteristisch für den Stoff, den man Fibrin zu nennen übereingekommen ist; übrigens muss ich *Jul. Vogel* beistimmen, der den Kern sehr schwerlöslich in Essigsäure fand und ihn deshalb nicht für identisch mit Faserstoff halten kann. *Maitland*[1]) hält den Kern für eine eigenthümliche hornähnliche Verbindung, die er *Nuclein* nennt; *Nasse* bemerkt mit vollem Rechte, dass die von *Maitland* durch Auswaschen fibrinfreien Cruors dargestellte Substanz zugleich die Hüllenmembranen der Blutkörperchen enthält, die jedenfalls sehr überwiegend über die fragliche Kernsubstanz sind. *Hünefeld* hält die Kerne wesentlich für Fett; dass die Blutzellen reich daran sind, werden wir sogleich sehen; dass aber bei der Darstellungsweise der vermeintlichen Kerne sich das Fett immer denselben beimengen und daher immer einen grössern Theil des Untersuchungsobjectes ausmachen muss, bedarf wohl kaum einer nähern Darlegung.

Es ist bereits im 1. Th. (S. 275) erwähnt worden, dass ein erheblicher Theil der Fette des Blutes sich in den Blutzellen angehäuft vorfindet. *Berzelius* sprach schon die Muthmassung aus, dass die sg. phosphorhaltigen Fette wohl hauptsächlich den Blutkörperchen angehören möchten. Diese Ansicht habe ich wenigstens insofern bestätigt gefunden, als das durch Aether aus den (durch Vermittlung von schwefelsaurem Natron nach *Dumas'* Methode dargestellten) Blutkörperchen des Rindsbluts extrahirte Fett gegen 22% Asche liefert, welche sauer reagirt und wesentlich aus saurem phosphorsaurem Kalk besteht. Da man jetzt wohl mit Recht an der Existenz solcher phosphorhaltigen Fette zweifelt, wie man sie sonst sich vorstellte, so dürfte der Gedanke nahe liegen, dass wir es hier mit der von *Gobley* im Eidotter entdeckten Glycerinphosphorsäure (Th. 1. S. 247) zu thun haben. In den trocknen Blutkörperchen des Rindes fand ich durchschnittlich 2,249% durch Aether extrahirbarer Materie. Wir müssen jedoch gleich hier bemerken, dass die Blutzellen des arteriellen Blutes ärmer an Fett sind, als die des venösen, so dass ich in Körperchen des arteriellen Blutes eines Pferdes um die Hälfte weniger Fett vorfand, als in denen des venösen (in letzterem = 3,595%, in ersterem = 1,824% der trocken präparirten Körperchen).

1) *Maitland*, An experimental essay on the physiology of the blood. Edinburgh 1838. p. 27.

Die sg. *Extractivstoffe* der Blutkörperchen lassen sich nicht näher bezeichnen, eben weil sie uns unbekannte Stoffe sind, allein so viel steht nach den wenigen Untersuchungen, die ich über diesen Gegenstand angestellt habe, fest, dass die meisten solcher Stoffe dem Serum, aber nicht den Blutzellen angehören. Wenn in 100 Th. festen Serumrückstands gegen 8 Th. salzfreier Extractivstoffe enthalten sind, so sind in 100 Th. festen Rückstandes der Zellen desselben Blutes (berechnet aus der Analyse des Blutkuchens) noch nicht 6 Th. solcher Stoffe enthalten.

Was nun die Mineralbestandtheile der Blutkörperchen betrifft, so hat man sich über diese (abgesehen vom Eisengehalte) meist sehr verschiedene Gedanken gemacht, die aber fast alle gleich weit von der Wahrheit entfernt sind. Man hat nämlich entweder geglaubt, dass alle Salze, die wir in dem Serum finden oder supponiren, auch in der Blutzelle enthalten sein müssten, oder man stellte sich vor, dass die Zelle wenigstens die löslichen Salze und darunter insbesondere das Chlornatrium und Chlorkalium vollkommen ausschliesse. Obgleich keine von diesen beiden Ansichten gewöhnlich so entschieden ausgesprochen wurde und man sich wohl meist bei dem Mangel aller Entscheidungsgründe jeder bestimmten Meinung enthielt, so laufen doch wenigstens die Vorstellungen, die man sich bei den Analysen des Blutes machen konnte, nur auf diese beiden Anschauungsweisen hinaus. Erst den unermüdlichen Forschungen *C. Schmidt's* verdanken wir eine Anzahl Thatsachen, welche beweisen, dass in der That auch lösliche Salze in den feuchten Blutzellen enthalten sind, dass diese Salze aber keineswegs vollkommen dieselben sind, welche wir im Serum vorfinden, und dass endlich ihre Menge weit geringer ist, als sie sein müsste, wenn das Wasser der Blutkörperchen gerade so viel Salz enthielte, wie das Wasser des Serums.

Man braucht nur eine gute Analyse des Serums mit der des Kuchens eines und desselben Blutes zu vergleichen, und nach der oberflächlichsten Schätzung die dem (die Zellen umgebenden) Serum zukommenden löslichen Salze von dem Summe der löslichen Salze des Blutkuchens abzuziehen, um sich zu überzeugen, dass in den Blutzellen bei weitem weniger solcher Salze enthalten sein können, ebenso aber auch, dass nicht alle diese Salze dem eingeschlossenen Serum allein angehören können.

Ich fand z. B. im Serum des Venenblutes eines Pferdes 0,835% Salze (lösliche und unlösliche), im feuchten Blutkuchen desselben Blutes 0,819% (sammt

Eisenoxyd); werden die darin gefundenen 0,114 Th. Eisenoxyd abgezogen, so verbleiben 0,705% Mineralstoffe; denken wir uns nun beispielsweise den Blutkuchen so locker, dass er $\frac{1}{3}$ seines Gewichts Serum eingeschlossen enthielt, so würden von den 0,705 Th. Salzen 0,273 Th. für das eingeschlossene Serum abgehen und es würden den ($\frac{2}{3}$ des ursprünglichen Gewichts des Blutkuchens ausmachenden) 66,667 Blutzellen nur 0,432 Th. Salze verbleiben; auf 100 Th. feuchter Blutzellen würden demnach nur 0,648 Th. Salze kommen. Nähme man dagegen die Blutkörperchen so dicht an einander liegend an, dass sie nur $\frac{1}{5}$ Serum vom Gewichte des Blutkuchens einschlössen, so würden, da 16,667 Th. Serum = 0,137 Th. Salze enthalten, für die 83,333 Th. Blutkörperchen noch 0,568 Th. Salze verbleiben, also würden dann in 100 Th. Blutzellen 0,681 Th. Salze verbleiben. *Schmidt* hat nun, wie weiter unten gezeigt werden wird, eine Methode ausfindig gemacht, um die Menge des vom Blutkuchen eingeschlossenen Serums ziemlich genau zu finden und darnach die den feuchten Blutzellen zukommenden Mineralbestandtheile berechnen zu können.

Sind wir im Stande, durch Rechnung die Menge der in den frischen Blutzellen enthaltenen Mineralbestandtheile zu finden, so bleibt nur die Beantwortung der Frage übrig, ob vorzugsweise gewisse Salze in den Zellen sich anhäufen, und welche dies sind? Auch diese Fragen sind zuerst von *C. Schmidt* beantwortet worden; er hat nämlich nachgewiesen, dass die Blutzellenflüssigkeit (d. h. das in den Blutkörperchen enthaltene Wasser) neben den organischen Materien hauptsächlich Phosphate und Kalisalze in überwiegender Menge enthält, so dass also phosphorsaures Kali und der grösste Theil des Chlorkaliums den Blutzellen, dagegen das Chlornatrium nebst ein wenig Chlorkalium und phosphorsaurem Natron dem Plasma (Serum + Faserstoff) angehört. In den letztern sind die organischen Materien nur an Natron gebunden, während in den Blutzellen die Fettsäuren und das Globulin neben Natron auch Kali enthalten.

C. Schmidt fand z. B. bei der Analyse eines Bluts, welches 396,24 p. m. Blutzellen und 603,76 p. m. Intercellularflüssigkeit enthielt, in den ersteren 1,353 Chlorkalium und 0,835 phosphorsaures Kali, während in letzterer neben 0,267 phosphorsaurem Natron und 0,270 Chlorkalium 3,417 Chlornatrium enthalten waren.

Schmidt hat bei verschiedenen Säugethierclassen die Verhältnisse zwischen Kalium und Natrium und Phosphorsäure und Chlor in den Blutzellen und in der Intercellularflüssigkeit untersucht und in einer Tabelle zusammengestellt, die wir der Uebersicht wegen wohl passender Weise selbst mittheilen.

100 Th. unorganischer Stoffe:

Gattung.	Blutzelle.		Plasma.		Blutzelle.		Plasma.	
	K	*Na*	*K*	*Na*	PO_5	*Cl*	PO_5	*Cl*
Mensch (Mittel a. 8 B.)	40,89	9,71	5,19	37,74	17,64	21,00	6,08	40,68
Hund	6,07	36,17	3,25	39,68	22,12	24,88	6,65	37,31
Katze	7,85	35,02	5,17	37,64	13,62	27,59	7,27	41,70
Schaaf	14,57	38,07	6,56	38,56	8,95	27,21	3,56	40,89
Ziege	37,41	14,98	3,55	37,89	9,41	31,73	5,90	40,41

Hiermit stimmt auch überein, dass *Nasse* gerade im Blute derjenigen Thiere am meisten Phosphate vorfand, welche sich durch ihren Reichthum an Blutkörperchen auszeichnen, nämlich Schweine, Gänse und Hühner; bei Schafen und Ziegen dagegen, wo er wenig Blutkörperchen berechnet, fand er auch am wenigsten Phosphate. Bei einer andern Gelegenheit hat auch *Nasse*[1]) schon die Vermuthung ausgesprochen, dass die Phosphate hauptsächlich in den Blutkörperchen enthalten sein müssten.

Beim Menschen tritt, wie man sieht, der Unterschied am meisten hervor, bei den Fleischfressern zeigt er sich mehr in den Säuren, bei den Pflanzenfressern mehr in den Alkalien. *Schmidt* fügt hinzu, dass die zufällige Nahrung des Thiers oder der Volksstamm des Menschen ohne allen Einfluss auf diese Verhältnisse sei.

Erdphosphate kommen, wie bereits erwähnt, ebenfalls in den Blutzellen vor; diese jedoch in weit geringerer Menge als in der Intercellularflüssigkeit (und zwar sowohl relativ als absolut genommen.)

Schmidt fand in den Blutzellen von 1000 Th. Blut nur 0,086 Th. phosphorsaurer Kalk- und Talkerde, in der Intercellularflüssigkeit aber 0,332 Th. oder in 1000 Blutzellen = 0,218 und in 1000 Intercellularflüssigkeit = 0,550 Erdphosphate.

Das Eisen des Blutes gehört bekanntlich fast nur dem Hämatin der Blutzellen an; da der Eisengehalt der Blutasche, verglichen mit der Zahl der farbigen Zellen des Blutes, ein ziemlich variabler ist, so haben wir schon oben den Schluss daraus gezogen, dass der Hämatingehalt demzufolge in den Blutzellen wechseln müsse.

Wir haben gesehen, dass in den Lebervenenblutkörperchen sich weniger Eisenoxyd findet, als in denen des Pfortaderbluts; *Schmidt* fand in den Blutzellen bei hydrämischen Zuständen mehr Eisen und schliesst hieraus, dass die Blutzellen in diesen Fällen ärmer an Globulin geworden sind, aber nicht reicher an Hämatin; das Hämatin glaubt er aber aus der Menge des gefundenen Eisens berechnen zu können. Dieser Schluss von der Menge des Eisens auf die des Hämatins dünkt uns allerdings gerechtfertigt, so bald wir es mit dem reinen

1) *Nasse*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 1. S. 165.

Hämatin der Chemiker zu thun haben, welches 6,6% Eisen enthält; allein es ist zu erwägen, dass das Hämatin wahrscheinlich nicht mit einem Male, wie Athene aus Zeus Haupte, fertig gebildet hervorgeht, sondern dass höchst wahrscheinlicher Weise das Hämatin ebenso allmälig entsteht und seine Elemente sammelt, als es allmälig zu Grunde geht; dazu kommt, dass wir bereits (künstlich dargestelltes) eisenfreies Hämatin kennen; und wer weiss denn, ob wir nicht noch in irgend einem Organe eisenfreies oder eisenarmes Hämatin entdecken werden?

Wiederholte Versuchsreihen mit dem klaren Serum des Bluts von Rindern, Schaafen, Schweinen, Pferden, Hunden, Katzen, Kaninchen und Hühnern ergaben *C. Schmidt* völlige Abwesenheit des Eisens (dies hatte früher auch *Nasse* gefunden.)

In 100 Th. trockner Blutkörperchen (nach *Prevost* und *Dumas* bestimmt) fand *C. Schmidt* beim Manne 0,4348%, beim Rinde 0,509%, beim Schweine 0,448%, beim Huhne 0,329% Eisen.

Die Blutkörperchen enthalten auch vorzugsweise die Gase des Blutes, Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff. Es ist von *Davy*, *Nasse*, *Scherer*, *van Enschut*, *Magnus* und Andern nachgewiesen worden, dass das Serum in weit geringerem Grade das Vermögen besitzt, Sauerstoff und Kohlensäure zu absorbiren, als das defibrinirte Blut, und ich selbst habe mich überzeugt, dass aus einem Volumen geschlagenen Bluts sich im Vacuo wenigstens doppelt so viel Luft entwickelt, als aus einem stark durchrührten oder mit atmosphärischer Luft geschütteltem Serum. *Van Maack* hat gefunden, dass die Lösung des Blutroths noch ein deutliches Anziehungsvermögen zum Sauerstoff besitzt, und *Scherer* hat sich nicht nur von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugt, sondern auch zugleich gefunden, dass nach Absorption des Sauerstoffs etwas Kohlensäure entwickelt wird.

Nachdem schon *H. Davy* und *Berzelius* sich von der Gegenwart freier Gase im Blute überzeugt zu haben glaubten, später aber diese Ansicht wieder zurücknahmen, fielen die Resultate der Forscher sehr verschieden aus, indem sie bald mehr für, bald gegen die Anwesenheit aufgelöster Gase zu sprechen schienen. Doch wurde diese Frage noch vor Beginn des letzten Decenniums durch die Versuche von *van Enschut*, *Bischoff*, *J. Davy*, besonders aber von *Magnus* dahin entschieden, dass auch in ganz frischem Blute freie aufgelöste Gase und zwar im arteriellen sowohl als im venösen enthalten seien. In neuerer Zeit hat *Magnus* seine frühere Beobachtung, dass neben freier Kohlensäure auch freies Sauerstoff- und Stickstoffgas vorkomme, durch einfachere Versuche bestätigt. Nach den frühern Erfahrungen von *Magnus*[1])

1) *Magnus*, Pogg. Ann. Bd. 36. S. 685 ff.

enthält arterielles und venöses Blut ziemlich gleiche Mengen Stickstoff; im ersteren verhält sich der Sauerstoff zur Kohlensäure dem Volumen nach = 6 : 16, im letztern kaum = 4 : 16, hiernach würde also relativ mehr Sauerstoff im arteriellen Blute enthalten sein, als im venösen. Die neuern Versuche von *Magnus*[1]) bestimmen nicht blos das Verhältniss der Gasvolumina unter einander, sondern auch zum Volumen des Blutes; sie ergeben, dass wenigstens im Blute der Kälber, Rinder und Pferde, immer 10 bis 12,5 Volumenprocente Sauerstoff und 1,7 bis 3,3 Volumenprocente Stickstoff aufgelöst sind. Nach einem Versuche *Magendie's* enthält das venöse Blut 78, das arterielle aber nur 66 Volumenprocente Kohlensäure. Der Sauerstoff des Blutes lässt sich ebensowohl im Vacuo als durch andre Gase, z. B. Wasserstoff und Kohlensäure fast vollständig austreiben, woraus wohl genügend hervorgeht, dass derselbe im Blute nur mechanisch absorbirt, nicht chemisch gebunden enthalten ist. Da das Blut nach den Versuchen von *Magnus* im Stande ist, sein 1½faches Volumen (also 150%) Kohlensäure zu absorbiren, so mag es für den ersten Blick auffallen, dass das kreisende Blut nicht mehr mit Kohlensäure imprägnirt gefunden, und dass beim Athmen nur wenig mehr Sauerstoff absorbirt, als Kohlensäure ausgeschieden wird; allein wenn wir erwägen, dass bei der Respiration die Verhältnisse der concurrirenden Gase ganz andre sind, als bei unsern Versuchen (wo wir reine atmosphärische Luft oder reine Kohlensäure mit dem Blute schütteln), so kann uns jene Wahrnehmung nicht mehr wunderbar erscheinen.

Eine wichtige und in der That noch nicht völlig entschiedene Frage, welche sich an das Vorkommen freien Sauerstoffs im Blute knüpft, ist die, ob sich nicht wenigstens ein Theil des durch die Lungen ins Blut gelangten Sauerstoffs schon im arteriellen Systeme mit einzelnen Blutbestandtheilen chemisch verbinde. *Marchand* suchte durch einige Versuche und *Magnus* durch eine auf Thatsachen begründete Rechnung jene Frage zur Entscheidung zu bringen. *Marchand* glaubte nämlich, dass, wenn kohlensäurefreies Blut durch unmittelbaren Einfluss von Sauerstoff keine Kohlensäure erzeuge, dann auch der Sauerstoff nur mechanisch absorbirt werden könne; er fand nun in der That auch, dass eben so wenig frisches Blut, als Blutserum, Hühnereiweiss, Lösungen von Blutkörperchen u. dgl., nachdem sie von Kohlensäure befreit waren, beim Hindurchleiten von Sauerstoff

1) *Magnus,* Poggend. Ann. Bd. 56. S. 177—206.

die geringste Spur Kohlensäure entwickeln; allein abgesehen davon, dass, wie oben erwähnt, *van Maack* und *Scherer* in der That Kohlensäureexhalation aus dem Blutrothe nach vorhergegangener Sauerstoffabsorption beobachtet haben wollen, so wird auch durch den *Marchand*'schen Versuch nicht mehr erwiesen, als dass Sauerstoff vom Blute absorbirt werden kann, ohne dass dadurch eine Bildung von Kohlensäure bedingt wird; recht gut möglich bliebe es aber, dass einer oder der andre Blutbestandtheil sich höher oxydirte, ohne Kohlensäure abzuscheiden; denn nicht jeder Oxydation eines organischen Körpers folgt Kohlensäureentwicklung. Beweiskräftiger würde die Berechnung von *Magnus* sein, wenn nur die derselben untergelegten Zahlen nicht auf zu schwankenden Bestimmungen beruhten. Wenn nämlich in einer Minute bei einem erwachsenen Menschen ungefähr 13 par. Cubikzoll Sauerstoff ins Blut übergehen, ferner ungefähr 10 Pfd. Blut durch die Lungen gehen, im Blute der Pferde aber ungefähr 11% Sauerstoff gefunden werden: so ergibt sich allerdings, dass ungefähr die Hälfte des Sauerstoffs vom Venenblute in den Lungen absorbirt wird, welchen *Magnus* im arteriellen Blute gefunden hatte, so dass also das letztere immer ungefähr die Hälfte seines freien Sauerstoffs in den Capillaren verlieren würde. Wirklich erwiesen ist hierdurch sowie durch die oben angeführten Thatsachen, dass der grösste Theil des in den Lungen absorbirten Sauerstoffs im Blute frei versirt; allein das scheint uns noch keineswegs ausser allen Zweifel gesetzt, dass nicht wenigstens ein Theil des absorbirten Sauerstoffs schon im Herzen und den Arterien mit einem oder dem andern Blutbestandtheile eine chemische Verbindung eingehe, während doch eine solche Verbindung mit einem Male in den Capillaren vor sich gehen soll.

In jedem Falle muss das Verhältniss der Gase zu den Blutkörperchen durch specielle Versuche genauer eruirt sein, ehe sich hierüber eine bestimmte Ansicht fassen lässt.

Ehe wir zur nähern Betrachtung der Intercellularflüssigkeit übergehen, müssen wir noch einiger morphologischer Elemente Erwähnung thun, die neben den farbigen Zellen im Blute suspendirt gefunden werden; dies sind die schon oben erwähnten farblosen Körperchen und die sg. Faserstoffschollen. Was die letztern betrifft, so zeigt ihr Name schon, dass ihr Entdecker, *H. Nasse*[1]), diese unregelmässigen,

1) *H. Nasse,* Müller's Archiv 1841. S. 439 u. Handwörterb. d. Physiol. Bd. 1. S. 108.

vielfach gefalteten und ausgebuchteten Platten von höchstens $^{1}/_{100}$'''D. für einen eigenthümlich geronnenen Faserstoff hielt, welcher Ansicht *Virchow*[1]) neuerdings beigetreten ist. Hiergegen würde aber *Henle's*, *Döderlein's*[2]) und *Zimmermann's* Erfahrung sprechen, die solche Schollen in ungeronnenem Blute (im frischen sowohl als in solchem, dessen Gerinnung durch Salze verhindert worden war) auffanden. Dieser Stoff würde daher wenigstens eine ganz besondre Art Fibrin constituiren müssen, also einen Stoff, der nicht Fibrin ist; wir haben aber schon früher (im 1. Th.) gesehen, dass der Faserstoff selbst noch keineswegs so chemisch rein dargestellt worden ist, dass eine gute chemische Vergleichung damit möglich wäre. Allein wollen wir auch den Begriff Faserstoff recht weit fassen, so können wir nach den chemischen Reactionen, welche *Döderlein* mit diesen Schollen angestellt hat, dieselben kaum für Fibrin halten; dieser Autor fand nämlich, dass jene Schollen in Essigsäure selbst bei längerer Einwirkung, sowie auch in Schwefelsäure vollkommen unlöslich waren und selbst bei der Fäulniss des Blutes wochenlang unverändert blieben. Diese Eigenschaften der Schollen sind denen des Faserstoffs geradezu entgegengesetzt; wollte man eine solche Substanz noch unter den Begriff Faserstoff subsummiren, so würde die Elasticität der chemischen Begriffe noch ausgedehnter, als sie so schon ist. Da sich das Pflasterepithelium gegen Essigsäure, Schwefelsäure und Fäulniss gerade so verhält, wie die Schollen nach *Döderlein's* Versuchen, so könnte man der früher von *Henle* gehegten Muthmassung beipflichten und die Schollen für Epithelialfetzen der innern Gefässhaut ansehen, wenn nur deren Form damit einigermassen übereinstimmte. Jetzt ist *Henle* geneigt, die Schollen für verklebte Membranen von zerstörten Blutkörperchen zu halten; damit haben sie auch nach *Virchow's* Versuchen, die Hüllen durch Reiben zum Zusammenheften zu bringen, die meiste Aehnlichkeit. In dem stark gewässerten Lebervenenblute, welches an solchen Hüllenmembranen sehr reich ist, fand ich auch sehr viel ganz entschiedene Faserstoffschollen, die wie die Hüllen selbst von Essigsäure und Alkalien fast gar nicht angegriffen wurden.

So eben (als bereits vorliegender Bogen zur Correctur vorlag) lese ich, dass *Bruch*[3]) sich überzeugt zu haben glaubt, dass alle sg.

1) *Virchow*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 5. S. 216 u. Arch. f. pathol. Anat. Bd. 2. S. 596.

2) *Henle* und *Döderlein*, Henle's Handb. d. rat. Pathol. Bd. 2. S. 152.

3) *Bruch*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 9. S. 216—222.

Faserstoffschollen nichts andres seien, als *Epithelialzellen*, *herrührend von der äussern Haut des Beobachters*, die zufällig von der Epidermis des Gesichts auf das Präparat gefallen seien. Das Vorkommen der sg. Faserstoffschollen in den meisten andern thierischen Flüssigkeiten, das Fehlen derselben im kreisenden Blute, das Anhaften von Luft an denselben, ihr chemisches Verhalten, die Form der verhornten Oberhautschüppchen und endlich die Erfahrung, dass sie selbst in einem Tropfen Wasser, über welchen man den Kopf etwas geschüttelt hat, gefunden werden, sind Gründe genug dafür, dass wohl die Mehrzahl der Gebilde, die man für Faserstoffschollen ausgegeben hat, nichts anders als vertrocknete Zellen vom Pflasterepithelium sind; allein dennoch kann man wohl nicht alle diesen ähnliche Bildungen, welche man zuweilen im Blute findet, für solche Epidermisschüppchen erklären. Ist Blut mit Wasser behandelt worden (so wie *Nasse* seinen Faserstoff, an dem er solche Schollen hervorragen sah, jedenfalls behandelt hatte), so findet man weit mehr solche zerknitterten Blättchen ähnliche Faserstoffschollen, als im frischen Blute, hauptsächlich aber im Lebervenenblute nach der Behandlung mit Wasser; es sind dies offenbar die zusammengeklebten, gedehnten und verzerrten Hüllen der Blutkörperchen, die, wie oben gezeigt, darin den Epidermisplättchen ähnlich sind, dass sie von Essigsäure und nicht allzu concentrirter Kalilauge gar nicht angegriffen werden.

Die *farblosen Blutkörperchen* sind nach den neuesten Untersuchungen vollkommen identisch mit den Lymph- und Chyluskörperchen; ja trotz früherer Behauptungen lässt sich kein einziger Unterschied zwischen ihnen und den Schleim- und Eiterkörperchen nachweisen; wir weisen nur auf die ausführlichen Arbeiten von *Henle* [1]), *H. Müller* [2]) und *Virchow* [3]) hin. Die Körperchen selbst sind unvollkommen kuglich, nicht elastisch; ihre Hülle mehr oder weniger granulirt und immer so klebrig, dass sie eine nicht geringe Neigung besitzen, sich zu grössern oder kleinern Gruppen zu conglomeriren. Im kreisenden Blute sieht man sie an den Wänden der Capillaren hinrollen (während die gefärbten weit schneller und zwar näher der Achse des Gefässes hinströmen) wie man sich leicht an der Schwimmhaut jedes Frosches überzeugen kann. Der Inhalt der farblosen Blutzellen besteht aus einer eiweissartigen Lösung und darin aufgeschwemmten,

1) *Henle*, Allg. Anatomie. S. 442.

2) *H. Müller*, Zeitschr. f. rat. Medicin. Bd. 3. S. 204—268.

3) *Virchow*, a. a. O.

höchst feinen Körnchen neben einem einfachen, doppelten, drei- oder mehrfachen, bald glatten bald granulösen Kern. Wasser bewirkt, dass die Körperchen sich aufblähen, und dass die Kernmasse sichtbar wird; noch mehr geschieht diess durch verdünnte Essigsäure, durch welche die Hülle allmählig aufgelöst und die Kerne blosgelegt werden; bei der endosmotischen Einwirkung von Wasser geräth der granulöse Zelleninhalt in deutliche Molecularbewegung.

Ueber die chemische Natur der einzelnen Stoffe, aus welchen die farblose Blutzelle zusammengesetzt ist, wissen wir weit weniger, als über die der farbigen. Da wir unter „Eiter" auf diese Art von Zellen ausführlicher zurückkommen müssen: so verschieben wir bis dahin die ausführlichere Mittheilung dessen, was etwa über diesen Gegenstand bekannt geworden ist.

Von andern morphologischen Elementen, wie Fettbläschen, Molecularfibrin u. dergl. wird beim Serum die Rede sein. Von den Infusorien, die man im Blute gefunden haben wollte, schweigen wir, als von einem längst berichtigtem Irrthume.

Der texturlose, flüssige Bestandtheil des Blutes ist die Intercellularflüssigkeit, welche im kreisenden Blute neben den Serumbestandtheilen das Fibrin aufgelöst enthält; wir gehen daher zunächst an die Betrachtung des Faserstoffs, und zwar um so mehr, als er wegen seiner Ausscheidung aus dem Blute als Blutkuchen in nahe Beziehungen zu den Blutkörperchen tritt. Da wir bereits im ersten Theile (S. 357—376) ausführlicher über die chemische Natur des Fibrins gesprochen haben, so wird sich hier unsre Aufmerksamkeit mehr auf die mechanischen Verhältnisse zu richten haben, welche durch die spontane Ausscheidung des Fibrins aus frisch gelassenem Blute bedingt werden. Wir werden also hier vorzugsweise die Gerinnung des Bluts und ihre Resultate, den Blutkuchen und seine verschiedene physikalische Beschaffenheit, ins Auge zu fassen haben.

Rücksichtlich der ursächlichen Verhältnisse der spontanen Fibringerinnung haben wir Th. I, S. 358 bereits die darüber aufgestellten Ansichten mitgetheilt; es ist daher nur noch nachträglich einer jüngst von *C. Schmidt*[1]) ausgesprochenen Hypothese Erwähnung zu thun, die im Wesentlichen der früher von *Schultz* aufgestellten Meinung sehr ähnlich ist. *Schmidt* glaubt nämlich, dass das Fibrin sich bilde und ausscheide, indem ein im Blute gelöstes saures Natronalbuminat beim Austritt des Bluts aus dem Kreislaufe in seine Componenten zerfällt, so dass ein minder saures, neutrales oder basisches Natronalbuminat gelöst bleibt, während das andre Atom Albumin unter der Form, die wir Fibrin nennen, sich

1) *C. Schmidt*, Characteristik d. Cholera u. s. w. Mitau u. Leipzig 1850. S. 205.

abscheidet; das Fibrin contrahire sich nachher auf das möglich kleinste Volumen, gleich wie frisch gefällte Kieselsäure, Thonerde, Kalkphoshat sich auch allmählig contrahiren. Beobachtet man die Th. I. S. 358 beschriebene Ausscheidung des Fibrins in Fäden u. s. w., so will es uns scheinen, als ob darin wenigstens die Analogie mit dem Thonerdehydrat u. s. w. keine sonderliche Stütze für diese auf den ersten Blick recht plausible Hypothese finde.

Die Gerinnung des Blutes, die auffälligste Erscheinung am frischen Blute, ist seit lange schon vielfachen Untersuchungen unterworfen, aber leider noch immer nicht vollständig erforscht worden. Wir kennen bereits Faserstoff als die nächste Ursache der Blutkuchenbildung; wir haben auch im Eingange dieses Capitels den Vorgang der Gerinnung selbst in seiner äussern Erscheinung bei normalem Blute kennen gelernt; es treten aber unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen so manche Anomalien ein, deren Studium uns nähern Aufschluss über den innern Zusammenhang dieses Vorganges zu geben verspricht. Diese Anomalien oder vielmehr Schwankungen der äussern Erscheinungen beziehen sich theils auf die Dauer der einzelnen Perioden des Gerinnens, theils auf die endliche Consistenz des Blutkuchens, theils auf die Art der Einschliessung der Blutkörperchen. Die nächsten Ursachen solcher Modificationen werden wir theils in der variablen Menge und Art des Fibrins, in der Zahl und Beschaffenheit der Blutkörperchen, theils auch in der chemischen Constitution des Serums zu suchen haben.

Die verschiedene Dauer, in welcher die Gerinnung des Blutes vor sich geht, die Gerinnungszeit, zieht zunächst unsre Aufmerksamkeit auf sich. Weit häufiger stossen wir auf eine Verlangsamung der Gerinnung und einzelner ihrer Perioden, als auf eine Beschleunigung derselben. Indem wir den Ursachen dieser Verschiedenheit nachforschen, werden wir zugleich die physiologischen und pathologischen Verhältnisse selbst am besten kennen lernen, unter welcher die Gerinnung bald langsamer, bald schneller vor sich geht. Auch auf diesen Theil der Bluntuntersuchung hat vorzugsweise *H. Nasse* sehr viel Mühe verwendet und die meisten der mitzutheilenden Beobachtungen ins Klare gebracht. Zunächst müssen wir einiger äussern Verhältnisse Erwähnung thun, die, gänzlich unabhängig von der chemischen Natur des Blutes, auf die Gerinnungsdauer desselben influenziren. Hierher gehört z. B. *stärkere Bewegung* des Bluts vor und während des Gerinnens. Ganz so wie aus gesättigten Salzlösungen durch Umrühren, Stösse u. dergl. die Ausscheidung der Krystalle

befördert wird, so wirkt auch Schütteln und Rühren des Bluts auf eine schleunigere Abscheidung des Faserstoffs hin. Im luftleeren Raume pflegt das Blut ebenfalls schneller zu gerinnen, da durch die sich entwickelnden Gas- und Wasserdunstblasen eine lebhafte Bewegung in den Blutmolecülen hervorgerufen wird; aber doch gerinnt das Blut an der Luft noch schneller, wenn es stark bewegt wird; hier kommt nämlich zu dem einen Beschleunigungsmomente, der Bewegung, noch ein andres, nämlich der *Zutritt von atmosphärischer Luft oder Sauerstoff.* Das Blut sehen wir daher um so schneller gerinnen, je langsamer es aus der Vene hervorquillt, oder je länger der Strahl war, in dem es hervorspritzte und je weiter und flacher das Gefäss ist, in dem es aufgesammelt wurde. Da das Blut selbst Gase enthält, so hängt von dessen verschiedenem Gehalte an denselben gewiss oft die Gerinnungszeit ab; das kohlensäurereichere Blut gerinnt daher langsamer, als das daran ärmere; schon das längere Verweilen des Bluts in den Venen nach Anlegung der Aderlassbinde scheint mit einer Vermehrung von Kohlensäure verbunden zu sein; wenigstens sehen wir in solchem Falle (wenn die Binde längere Zeit vorher angelegt wurde) das Blut weit langsamer gerinnen. Wenn ferner in den Lungen der Gasaustausch nicht gehörig von Statten geht, so muss das Blut ärmer an Sauerstoff und daher reicher an Kohlensäure werden; darum gerinnt bei Cyanose das Blut nur sehr langsam; zum Theil mag wenigstens hierin auch ein Grund mit liegen, weshalb in entzündlichem Blute die Gerinnung oft so verzögert ist, und weshalb venöses Blut später gerinnt als arterielles. Beim Verbluten sehen wir das zuletzt ausfliessende Blut weit schneller gerinnen, als das zuerst ausgeflossene; wahrscheinlich deshalb, weil das zuletzt ausfliessende in Folge der stossweise erfolgenden tiefen Athemzüge sauerstoffreicher geworden ist, wofür auch dessen lichtere Farbe spricht. Das später aus der Leiche entnommene Blut gerinnt wieder langsamer, wohl deshalb, weil es wieder mehr mit Kohlensäure imprägnirt ist.

Ein andres Moment, welches die Gerinnungsdauer des Blutes verkürzt, ist *Wässrigkeit des Bluts.* Nach *Nasse's* Versuchen beschleunigt Wasser in kleinen, höchstens das Doppelte erreichenden Mengen die Gerinnung des Blutes, während grössere Mengen Wasser dieselbe verzögern. Daher finden wir, dass wässrigeres Blut, z. B. das der Frauen, das nach wiederholten Aderlässen oder andern Säfteverlusten, so wie das anämische überhaupt schneller gerinnt, als normales Blut.

Dass gewisse Salze, namentlich kohlensaure so wie auch ätzende Alkalien, die Gerinnung des Blutes verzögern, ja ganz aufhalten können, ist eine längst bekannte Thatsache; allein rücksichtlich andrer Alkalisalze ist dieser Gegenstand noch keineswegs gehörig ins Licht gesetzt; denn man hat bei den Versuchen mit verschiedenen Salzen fast gar nicht auf den Verdünnungsgrad der Salzlösung und ebensowenig auf die von dieser zugesetzten Menge Rücksicht genommen; *Nasse* hat aber gefunden, dass fast alle Salze in nicht allzu grossen Dosen die Gerinnung beschleunigen, wenn sie sonst auch in ziemlich geringen Mengen dieselbe zu verhindern im Stande sind. Deshalb lässt sich auch der Zusammenhang zwischen dem Salzgehalte des Bluts und dessen schnellerer oder langsamerer Gerinnung in Krankheiten keineswegs so leicht nachweisen, wie man das wohl früher geglaubt hat. So hat man den Mangel an Gerinnbarkeit, der zuweilen im Blute bei typhösen und putriden Zuständen beobachtet wird, von einer erheblichen Vermehrung der Blutsalze oder dem Auftreten kohlensaurer Alkalien herleiten wollen, deren Gegenwart aber durch keinen Versuch erwiesen. Wir können also nur behaupten, dass die verschiedene Gerinnungsdauer, welche wir oft am Blute von derselben Krankheitsform beobachten, wohl mit von dem Salzgehalte des Blutes abhängig sein möge.

Schleimige Lösungen indifferenter organischer Substanzen, wie Eiweiss, Casein, Zucker, verzögern die Gerinnung des Blutes erheblich. Man ersieht wenigstens hieraus, wieviel verschiedene Bedingungen coïncidiren können, um den einen oder den andern Erfolg rücksichtlich der Gerinnung herbeizuführen. Gerade hierin hat uns aber die chemische Analyse am meisten im Stiche gelassen; denn, wie schon oben erwähnt, sind wir über die verschiedenen Salzmengen im krankhaften Blute noch in völliger Unwissenheit.

Der Einfluss der *Temperatur* des ausfliessenden Blutes auf die Gerinnung des Blutes ist auch von *Nasse* hervorgehoben worden, allein die nähern Beziehungen zwischen jener und der Dauer der Gerinnung sind noch unerkannt. Zu den Schwierigkeiten einer genauern Erforschung des ursächlichen Zusammenhanges der Gerinnungsdauer und der äussern und innern Verhältnisse des Bluts gesellt sich noch der Umstand, dass jene Einflüsse oft gleichzeitig im Blute sich geltend machen und sich theilweise gegenseitig aufheben.

Man hat ferner geglaubt, faserstoffreiches (entzündliches) Blut gerinne langsamer als faserstoffarmes; allein oft gerinnt auch das erstre

sehr schnell, und es ist daher sehr die Frage, ob überhaupt die Fibrinmenge irgend welchen Einfluss auf die Gerinnungszeit ausübe.

Weshalb das Blut in Leichnamen vom Blitz Erschlagener, von solchen, die durch narkotische Gifte, Asphyxie, Erhängen getödtet worden sind, nicht gerinnt, wogegen es in der Pest, nach Vergiftungen durch Vipernbiss u. dergl. ausserordentlich schnell gerinnend gefunden wird, lässt sich aus den bis jetzt bekannt gewordenen Bedingungen nicht erklären.

Die Consistenz des Blutkuchens ist ebenfalls sehr verschieden. Da das *Fibrin* der eigentliche consolidirende Stoff des Blutkuchens ist, so war man lange Zeit und selbst neuerdings nicht abgeneigt, in einer Verschiedenheit der chemischen Constitution desselben die Ursache jener Verschiedenheit zu suchen; allein auch hier sind vorerst äussere und innere mechanische Momente zu berücksichtigen, welche den Blutkuchen bald dichter und compacter, bald weicher und gallertartiger erscheinen lassen. Dazu gehört zunächst die Art des Gefässes, in welchem das Blut gerinnt; in einem flachen Gefässe bildet sich nämlich immer ein weicheres Coagulum, als in einem hohen, engen Gefässe.

Innere mechanische Ursachen nennen wir die Verhältnisse, in denen Blutkörperchen oder Wasser zu der Menge des Faserstoffs stehen. Ist die *Zahl der Blutkörperchen* gering im Verhältniss zur Menge des Faserstoffs, so werden die Molecüle desselben näher aneinandertreten und das Coagulum sich dichter zusammenziehen können. Wenn aber in den anfangs gallertartig ausgeschiedenen Faserstoff eine Ueberzahl Blutkörperchen eingebettet sind, so kann das Fibrin sich bei seiner weitern Consolidirung nicht hinlänglich zusammenziehen, und es wird ein leicht zerreiblicher Blutkuchen entstehen. Da der untere Theil des Blutkuchens überhaupt die meisten Blutkörperchen enthält, so ergiebt sich, warum dieser immer weicher und lockerer, der obere Theil desselben aber immer dichter und zusammenhängender ist. Deshalb findet man den Blutkuchen des cruorreichen Bluts Plethorischer voluminös und weich, während der Chlorotischer klein und fest ist.

Dass auch eine zu grosse Menge *Wasser* die Consistenz des Blutkuchens vermindert, hat hauptsächlich *Nasse* durch directe Versuche sowohl als durch Beobachtungen an krankhaftem, wässrigem Blute dargethan. Es scheint, als ob bei starker Verdünnung der Faserstofflösung die im Anfange der Gerinnung gallertartig ausgeschiedenen Molecüle nicht in hinlänglich genaue Berührung gebracht würden, um

sich dann fester zusammenziehen zu können; deshalb hält in solchen Fällen der Blutkuchen immer sehr viel Serum zurück, und ist daher weich und zerreiblich. Dieser Wasserreichthum mag mit dazu beitragen, dass z. B. das Blutcoagulum junger Thiere weicher als das älterer ist und dass das Blut nach öfteren Blutentziehungen einen weichern Kuchen giebt. Doch sind diese letztern Erfahrungen nicht ohne Ausnahme, so dass gewiss oft auch Einflüsse hinzutreten, welche die Wirkung des Wassers wieder aufheben. Es ergiebt sich übrigens zugleich hieraus, dass man aus dem Volumen des Blutkuchens und des Serums nicht auf das Gewichtsverhältniss zwischen Serum und eigentlichem Coagulum schliessen darf; bei einer solchen Schätzung würde immer zu berücksichtigen sein, ob der Faserstoff bei seiner Verdichtung das Serum auch gehörig ausgepresst hat.

Noch macht *Henle* auf ein mechanisches Moment aufmerksam, welches wenigstens in manchen, wiewohl seltnen Fällen ein weiches leicht zerfliessliches Coagulum bedingen kann; wenn nämlich *Blut in einzelnen Tropfen* langsam ausfliesst, so bildet jeder Tropfen gewissermassen für sich ein Coagulum, welches sich nicht mit dem andrer Tropfen zu einer homogenen und zusammenhängenden Masse vereinigt. *Henle* leitet daher die Unfähigkeit des Menstrualblutes zu gerinnen; allein dasselbe enthält nach *Schmidt's* und meinen eignen Versuchen (s. weiter unten) gar keinen Faserstoff.

Nicht ohne Einfluss scheinen die *Gase* des Bluts auf die Consistenz des Blutkuchens zu sein; ein hellroth gefärbtes sauerstoffreiches Blut giebt ein dichtes, elastisches Coagulum, während in allen den Zuständen der Blutkuchen weich erscheint, wo das Blut reich an Kohlensäure war; daher hauptsächlich bei Asphyxie, wo man gar geneigt war, seine Gerinnbarkeit gänzlich zu läugnen.

Möglich ist es, dass auch *andre Bestandtheile des Bluts* auf die Consistenz der Placenta einwirken; wenigstens zeigt sich bei künstlichen Versuchen mit Salzen, welche die Gerinnung verzögern, dass auch ein weicheres, oft nur gallertartiges Coagulum entsteht; freies oder kohlensaures Alkali könnte also wohl auch die weiche, zerreibliche, oft theerartige Beschaffenheit des Blutkuchens bei putriden Krankheitszuständen verursachen.

Völlig unentschieden muss es zur Zeit noch bleiben, ob in der verschiedenen *chemischen Constitution* des Fibrins ein Grund für die oft so verschiedene physikalische Beschaffenheit des Blutkuchens zu suchen ist. Einige Forscher glaubten, verschiedene Arten Faserstoff

annehmen zu dürfen; des Parafibrins u. s. w. haben wir schon früher Erwähnung gethan; allein chemisch ist ein solches verschieden geartetes Fibrin nicht nachzuweisen; auch sind wir noch nicht logisch gezwungen, ein solches anzunehmen, da die verschiednen Gerinnungsformen des Faserstoffs sich möglicher Weise aus andern zur Zeit noch nicht genügend eruirten chemischen Verhältnissen ableiten lassen. Wenn wir uns daran erinnern, wie durch chemische Mittel das gewöhnliche Eiweiss bald zu einer gallertartig milchigen, bald zu einer flockigen, bald zu einer häutigen Gerinnung disponirt wird, ohne dass es in seiner elementaren Zusammensetzung vorher eine Veränderung erlitten hat: so werden wir wenigstens keine Nothwendigkeit erkennen, den speckartigen Faserstoff der Entzündungshaut als chemisch verschieden von dem krümlich oder flockig ausgeschiedenen des theerartigen Blutes anzusehen.

Die Form des Gerinnsels ist im Wesentlichen von dem bereits oben besprochenen Verhalten der Blutkörperchen abhängig. Wir sahen, dass bei einer gewissen Form die Blutkörperchen geneigt sind, sich mit den platten Seiten in Rollenform an einander zu legen, und dass sie auf diese Weise die sie tragende Flüssigkeitssäule leichter verdrängen, sich gewöhnlich schneller senkten, während eine andre Form jener Zellen, die zackige, gekerbte oder kuglich aufgeblähte, jenes Zusammenkleben verhindert und somit ein längeres Suspendirtbleiben dieser Molecüle bedingt. Von dem verschiedenen *Senkungsvermögen der Blutkörperchen* sind auf einfache Weise die verschiedenen Formen des Blutkuchens abzuleiten.

In ähnlicher Weise übt auch die Schnelligkeit oder Langsamkeit, mit welcher das *Fibrin* sich ausscheidet und consolidirt, einen bestimmten Einfluss auf die Form des Blutkuchens aus. Schon aus der Verschiedenheit dieser nächsten Ursachen ist ersichtlich, wie schwierig im speciellen Falle die Deutung der entferntern Ursachen einer bestimmten Form der Placenta sein wird. Berücksichtigen wir hier nur die beiden nähern ursächlichen Momente: Gerinnungsdauer des Fibrins und Senkungsfähigkeit der Blutkörperchen, so sind es besonders zwei Fälle, die eine verschiedene Gestaltung des Blutkuchens bedingen, nämlich verhältnissmässig *schnelle Gerinnung des Faserstoffs bei geringer Neigung der Körperchen zusammenzukleben* und *langsame Gerinnung des Fibrins bei schleunigem Senken der Körperchen.*

Henle hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die rothen Sedimente von Blutkörperchen, welche sich oft neben einem dichten

Blutkuchen aus dem Blute absetzen, hauptsächlich daher zu leiten sind, dass der Faserstoff schneller gerinnt und sich zusammenzieht, ehe die Blutkörperchen Rollenform erlangt haben; bei der Contraction des gallertartig gewordenen Fibrins wird nämlich ein grosser Theil der lose an einander hängenden oder ganz isolirten Blutkörperchen wieder ausgepresst, die dann auf einige Zeit das Serum roth und trübe machen, bis sie sich als jenes erwähnte, leicht wieder aufzurührende Sediment abscheiden. *Zimmermann* hat diese Ansicht *Henle's* durch mikroskopische Untersuchung des rothen Niederschlags bestätigt, und überdem gefunden, dass neben diesem Sedimente immer ein ziemlich kleiner, aber sehr dichter Blutkuchen vorkommt; ein Beweis, dass des Faserstoffs Gerinnung einen wichtigen Antheil an jener Erscheinung hat.

Bei weitem häufiger werden die umgekehrten Verhältnisse im krankhaften und selbst manchmal im gesunden Blute beobachtet, nämlich eine starke Senkungsfähigkeit der Körperchen neben langsamem Gerinnen des Faserstoffs. Man muss sich hierbei immer daran erinnern, dass die extremen Fälle die seltensten sind, und dass beide Eigenschaften höchst relativ sind; denn einmal kann sich das Fibrin ganz wie gewöhnlich bei mittlerer Gerinnungsdauer zusammenziehen und nur das Sinken der Körperchen ist beschleunigt; während im andern Falle die Körperchen sich nicht schneller als gewöhnlich senken, der Faserstoff aber sehr langsam gerinnt; der Erfolg wird in beiden Fällen ziemlich derselbe sein. Schon am normalen Blutkuchen lässt sich der Einfluss jener beiden Momente wahrnehmen; wir finden nämlich, dass der untere Theil des Kuchens immer dunkler gefärbt und weicher ist, als der obere; diess rührt allerdings nur zum Theil daher, dass im untern Theile sich mehr Blutkörperchen, die sich früher gesenkt hatten, als in dem obern befinden, denn die lichte Färbung des obern Theils ist einerseits von dem Zutritte des Sauerstoffs abzuleiten und andrerseits von der grössern Menge darin befindlicher farbloser Blutkörperchen, die, obgleich sie auch vermöge ihrer Klebrigkeit in Gruppen zusammentreten, doch wegen ihrer kuglichen Beschaffenheit sich nicht so innig berühren und wegen ihrer Leichtigkeit sich nicht so bald senken können, wie die rothen Körperchen. Wenn die rothen Körperchen frischen Blutes sich schon etwas gesenkt haben, ehe der Faserstoff gelatinirt, so wird der in jener obersten Flüssigkeitsschicht gerinnende Faserstoff keine rothen Körperchen einschliessen können und demnach auf dem nachmals entstehenden Blutkuchen eine unge-

färbte Cruste bilden müssen. Da diese Cruste nur wenig fremdartige Elemente einschliesst, so kann der sie constituirende Faserstoff sich dichter contrahiren, als der darunter befindliche, in welchem die Blutkörperchen eingebettet sind. Diese Cruste wird daher nicht nur einen kleinern Querdurchmesser erlangen, als der rothe Blutkuchen, sondern sie muss auch durch ihre Contiguität mit dem letzteren dessen Ränder hervorziehen, indem sie selbst eine Concavität auf der Placenta bildet. Diese concave, meistens sehr feste und gelblichweisse Speckhaut ist die gewöhnlichste; sie wird hauptsächlich in venösem Pferdeblute und in entzündlichem Blute, auch zuweilen in dem während der Verdauung entleerten Blute von Menschen beobachtet. In manchen krankhaften Zuständen wird auch eine plane oder convexe Speckhaut gefunden; diese ist weich und graulichweiss; es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Beschaffenheit nicht blos von der geringern Contractilität des ausgeschiedenen Fibrins herrührt, sondern auch davon, dass in jener Cruste eine Ueberzahl farbloser Blutzellen und Fettbläschen eingeschlossen ist.

Obgleich es kaum noch weiterer Gründe für diese Erklärungsweise der Bildung einer Faserhaut bedarf, so haben doch *J. Müller*, *H. Nasse* und *Henle* noch durch besondre Versuche die Richtigkeit dieser Anschauungsweise dargethan; diese Forscher erzeugten aus nicht faserhäutigem Blute künstlich eine Speckhaut, indem sie entweder solche Mittel anwendeten, welche die Senkung der Blutzellen beschleunigen, oder solche, welche die Gerinnung des Fibrins verlangsamen. *Nasse* fand übrigens bei der Vergleichung verschiedenen Thierbluts sowohl als bei genauer Beobachtung krankhaften faserhäutigen Bluts die Regel, dass die Zeit, in welcher die Blutkörperchen sich senken, in umgekehrtem Verhältnisse zu der steht, in welcher das Fibrin gerinnt. Indessen wurde von *Nasse* und Andern nicht selten auch schnell gerinnendes Blut gefunden, welches doch eine Speckhaut bildete; diese Fälle bilden jedoch insofern keine Ausnahme von der Regel, als sie nur beweisen, dass hier das Senken der Körperchen noch schneller von Statten ging, als die Gerinnung des Fibrins.

Ganz unerwähnt dürfen wir einige Verhältnisse nicht lassen, welche die Bildung einer Speckhaut zwar nicht allein bedingen, aber doch mit andern Momenten gleichzeitig darauf hinwirken können. Hierher gehört zuerst die *Form des Gefässes*, in welchem man das Blut gerinnen lässt. In einem hohen, schmalen Gefässe werden die Blutkörperchen sich früher vom Niveau der Flüssigkeit entfernen und

demnach einen Theil Faserstoff ohne sie gerinnen lassen, als in einem weiten und flachen; deshalb gibt oft stark faserhäutiges Blut in einer flachen Schüssel keine Speckhaut, während ein für nicht faserhäutig gehaltenes Blut in einem engern Cylinder eine Faserhaut bildet.

Ein andres zur Bildung jener Haut beitragendes Moment ist die *Zahl der Körperchen*. Sind bei starkem Senkungsvermögen dieselben nur in geringerer Menge vorhanden, so wird sich leichter eine Speckhaut bilden als bei zahlreichen Blutkörperchen. Deshalb giebt das Blut vom zweiten oder dritten Aderlasse weit häufiger eine Speckhaut, als das vom ersten, darum auch das cruorärmere Blut Anämischer und Schwangerer öfter, als das Blut wohlgenährter und nicht schwangerer Personen.

Dass eine *übergrosse Menge Fibrin* die Bildung der Faserhaut bedinge, war früher allgemein gültige Ansicht; man nannte sie deshalb auch, da die Fibrinzunahme gewöhnlich gleichen Schritts mit der Entzündung einhergeht, Entzündungscruste. Dass die Menge des Fibrins einen Einfluss auf die Dicke der Speckhaut ausübe, ist wohl nicht in Abrede zu stellen, allein das einzige disponirende Moment kann sie niemals sein; denn wie oft beobachtet man sehr faserstoffreiches Entzündungsblut, welches keine Kruste bildet, während, erwähntermassen, das faserstoffärmere Blut in manchen chronischen Affectionen eine solche erzeugt.

Man muss also auch hier, um die Gestaltung des Blutkuchens im speciellen Falle zu deuten, auf sehr verschiedene nähere und entferntere, mechanische und chemische Ursachen zurückgehen. Für die Semiotik werden sich daher die Beobachtungen der mechanischen Verhältnisse des Blutkuchens nur insofern verwerthen lassen, als man im besondern Falle (am Krankenbette) gehörig zu specialisiren versteht und nicht nach Zeichen sucht für ganze Familien oder Gruppen künstlich ausgedachter Krankheitsformen.

Ehe wir zu weiterer Betrachtung der in der Intercellularflüssigkeit wahrhaft gelösten Stoffe übergehen, müssen wir noch einiger Stoffe Erwähnung thun, welche selbst nach Abscheidung des Faserstoffs und der Blutkörperchen noch in der Blutflüssigkeit, d. h. im eigentlichen Blutserum, suspendirt bleiben.

Eine milchige *Trübung des Serums* wollen *Hewson* und *Thomson* in dem einige Stunden nach genossener Mahlzeit gelassenen Blute gefunden haben; bei Thieren, fleischfressenden und pflanzenfressenden, deren Blut ich verschiedene Zeit nach Aufnahme der Nahrungsmittel untersuchte, ist mir nichts dem ähnliches vorgekommen. Nach längerm Hungern pflegt, wie *Hewson* und *Magendie* behaupten, das

Serum ebenfalls ein milchiges Ansehn zu erlangen. *Nasse* fand bei Schwangern ein milchiges Serum häufiger als sonst. Am häufigsten, jedoch keineswegs immer, beobachtet man bei Säufern ein opalisirendes bis milchweissgetrübtes Serum. Die Trübungen pflegen von suspendirtem *Fett* herzurühren, von dessen Gegenwart man sich leicht durch die mikroskopische Untersuchung oder durch Schütteln des Serums mit Aether überzeugen kann.

Zimmermann hat auf eine Art trüben Serums aufmerksam gemacht, die er im Blute bei entzündlichen Zuständen antraf; die Trübung rührte hier von sehr kleinen, dunkeln Partikeln, sg. Molecularkörnchen, her; *Zimmermann* wurde dadurch veranlasst, ein besonderes Molecularfibrin anzunehmen; *Scherer* dagegen, der ähnliche Trübungen beobachtete, ist geneigter, jene Körnchen für ausgeschiedenes Eiweiss zu halten, eine Ansicht, die ich wenigstens in allen den Fällen, wo ich eine Trübung durch Molecularkörnchen beobachtete, bestätigt gefunden habe; die Trübung verschwand nämlich auf Zusatz neutraler Alkalisalze, das Serum reagirte nur schwach alkalisch, so dass man hier, wie *Scherer*, nur annehmen konnte, dem Natronalbuminat des Blutes sei hier auf irgend eine Weise etwas Alkali entzogen worden, so dass ein Theil des *Albumins* sich in Form feinster Körnchen als alkalifreies Albumin ausgeschieden hatte (vergl. Th. 1. S. 341).

Zuweilen rührt auch die Trübung des Serums von noch suspendirten *farblosen Blutzellen* her, wie ich diess im Blute kranker, mit Ausschlägen behafteter Hunde mit *Pieschel* beobachtet habe.

Wenn das physikalische Verhalten frischen, aus der Ader entleerten, krankhaften Blutes dem Arzte von hohem Interesse war, so konnte auch die Beschaffenheit des Blutes in Leichen, namentlich in Bezug auf Gerinnungsweise, Farbe und Consistenz, den Pathologen nicht ohne Bedeutung sein. So sehr wir auch die aus Untersuchungen dieser Art entsprossene Krasenlehre als eine Missgeburt der sg. pathologisch-anatomischen Richtung perhorresciren, so müssen wir doch den Werth der feinen Beobachtungen eines *Rokitansky* und *Engel* anerkennen. Die scharfsinnigen Verknüpfungen, welche namentlich *Engel* zwischen der Beschaffenheit des Leichenbluts und dessen Imbibition in die Gewebe, dessen Anhäufung in einzelnen Organen und der daraus abgeleiteten Beschaffenheit einzelner Gewebe, sowie der Natur und Ausdehnung der vorangegangenen Exsudate oder Transsudate hergestellt hat, beweisen am besten, dass auch die nähere chemische Untersuchung dieser Objecte zu Hoffnungen weiterer wissenschaftlicher Ausbeute berechtigt. Leider aber hat sich noch kein intelligenter Chemiker zur Untersuchung dieses Gegenstandes veranlasst gefunden. Wir halten es daher hier nicht für ganz überflüssig, nach *Rokitansky's* und *Engel's* Untersuchungen, die nach den oben berührten physi-

schen Eigenschaften unterschiedene Blutarten der Leiche in 6 Gruppen zusammenzustellen.

1) Durch Dickflüssigkeit, rothbraune Farbe und Gerinnbarkeit zeichnet sich eine Art von Leichenblut aus, welche vielleicht noch am meisten für eine gewisse Krankheitsgruppe characteristisch ist; denn es wird nur in den Leichnamen solcher gefunden, die an heftigern Entzündungen (mit Ausnahme von entzündlichen Affectionen des Hirns und Rückenmarks) verstorben sind. Solches Blut färbt sich an der Luft heller roth, gerinnt nur in den grössern Gefässen, während es in den kleinern und den Capillaren dünnflüssig bleibt; die Blutgerinnsel, welche sich ebensowohl im Herzen und den grössern Arterien als in den grössern Venen finden, sind fast immer compact und dunkelbraunroth. Die Dickflüssigkeit dieses Bluts ist die Ursache, dass es sich weniger als jedes andere Blut in die Gewebe infiltrirt. Bemerkenswerth ist übrigens, dass sich neben den genannten Blutgerinnseln im Herzen und in den grössern Gefässen niemals Fibrincoagula vorfinden; wenn solche vorhanden sind, so trifft man sie in den Gefässen mittlerer Weite, in den Haargefässen aber niemals.

2) Dickflüssig, schmutzigbraunroth, nicht geronnen und niemals Fibrincoagula abscheidend findet man das Blut in acuten Krankheiten des Hirns und Rückenmarks.

3) Ein dickflüssiges, ungeronnenes und nicht gerinnbares, blau- und schwarzrothes Blut, welches unter begünstigenden Verhältnissen zuweilen Fibrincoagula im Herzen und den grössten Gefässen abscheidet, ist sicher nicht der Character einer und derselben Blutmischung; denn nach sehr verschiedenen, einander selbst ausschliessenden Krankheiten findet man so beschaffenes Blut in der Leiche, nämlich nach Plethora (von Herzkrankheiten bedingt), Typhus, acuter Tuberculose, narkotischen- und Bleivergiftungen, Cholera, plötzlich auftretenden profusen Schweissen oder Diarrhöen.

4) Ein dünnflüssiges, blassrothes oder zinnoberrothes, nicht gerinnbares Blut, welches trotz seiner Dünnflüssigkeit sich nicht leicht in die Gewebe imbibirt, aber oft sehr starke Fibrincoagula in den grösseren Gefässen abzusetzen pflegt, gehört ebenfalls keiner besondern Blutmischung an; denn es findet sich nach den verschiedensten Krankheitszuständen, wenn in Folge starker Säfteverluste das Blut eine wässrige Beschaffenheit angenommen hatte; daher nach häufig wiederholten Aderlässen, Blutflüssen, bedeutenden Exsudaten, langsam verlaufenden Diarrhöen und Schweissen, in der dem Typhus und acuten Exanthemen folgenden Anämie so wie endlich bei Atrophia senilis.

5) Ein dünnflüssiges, blauschwarzes, nicht gerinnbares Blut, welches von den grossen Gefässen bis in die kleinsten und zwar in grosser Menge verbreitet ist, sich sehr leicht in die verschiedensten Gewebe imbibirt und nirgends Fibrincoagula abscheidet, wird bei Klappenfehlern des Herzens gefunden.

Eine genaue Analyse solchen Blutes, verglichen mit der Constitution des Bluts im lebenden Körper während des Eintrittes der verschiedenen Erfolge der mechanischen Erschwerung der Respiration, z. B. Plethora, Hämorrhoiden, Leberaffection, Hydrops, verspricht sicher die glänzendsten Resultate für Aufklärung des mechanischen und chemischen Stoffwechsels im Thierkörper.

6) Endlich lässt sich noch eine Art Leichenbluts unterscheiden, welches dünnflüssig, nicht coagulirbar und schmutzigbräunlich gefärbt ist; dieses scheidet

nie Fibrincoagula aus, imbibirt sich leicht in die Gewebe, wird aber meist in geringerer Menge und zwar am wenigsten im Herzen und in den grossen Gefässen gefunden, während es sich in den Capillaren anhäuft. Solches Blut findet man bei eigentlichen Zersetzungen oder Entmischungen des Bluts z. B. bei Pyämie, Puerperalfieber, Scorbut u. s. w.

Was die Abscheidung jener polypösen Fibringerinnsel (und zwar aus meist sehr faserstoffarmen, nicht gerinnbarem Blute) betrifft, so ist man über deren nächste Entstehung noch keineswegs im Klaren; man weiss nur soviel, dass durch Schwäche oder mechanische Hindernisse kurz vor dem Tode bedingte Verlangsamung der Circulation die Abscheidung jener Massen begünstigt; daher besonders nach längerer Agonie. Die rein localen Fibringerinnsel bei Aneurismen, Obliteration der Venen, Phlebitis weisen ebenfalls auf diese Erklärungsweise ihrer Bildung hin.

Wir gehen nun zu den wirklich aufgelösten chemischen Bestandtheilen des Serums über; unter diesen wird unsre Aufmerksamkeit zuerst auf das Albumin gelenkt. Da von diesem Stoffe in seinen mannichfachen Beziehungen zu andern Proteïnkörpern und zu den übrigen Bestandtheilen des Blutes schon im 1. Th. S. 351 ausführlicher die Rede gewesen ist, so haben wir nur nachträglich einiges über denselben hinzuzufügen. Eine oft aufgeworfene Frage ist die, ob das Albumin in verschiedenen Gefässen, unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen und bei verschiedenen pathologischen Zuständen immer identisch ist. Aus physiologischen, ja schon aus logischen Gründen möchte man jene Frage verneinen, obwohl die Chemie nur wenig Aufschluss hierüber zu geben vermag. Wir haben zwar im 1. Th. S. 340 gesehen, dass manche Modificationen in den Eigenschaften des Albumins von dem verschiedenen Alkalioder Salzgehalte desselben bedingt werden, allein hierbei ist immer der organische Complex des Albumins derselbe geblieben. Solche nur durch eine Vermehrung oder Verminderung des Alkaligehalts bedingte Verschiedenheiten des Albumins, d. h. neutrales, basisches und saures Natronalbuminat, finden wir selbst im normalen Zustande, namentlich im Blute verschiedener Gefässe; die Lösung des neutralen Natronalbuminats trübt sich auf Zusatz von Wasser; diese Verbindung kommt nicht blos in krankhaftem Blute vor, (worauf *Scherer* zuerst aufmerksam gemacht hat), sondern auch im Blute verschiedener Gefässe; so im Milzvenenblute; hier dürfte, abgesehen von andern Umwandlungen, welche das Blut in der Milz erleidet, ein Theil basisches Natronalbuminat durch die freie Säure, die wir in der Milzpulpa finden, gesättigt werden und so die neutrale Verbindung hergestellt worden sein. Das Pfortaderserum trübt sich wiederum weniger auf Zusatz von Wasser, als das der Milzvenen; dagegen wird das der Lebervenen durch Wasser sehr stark getrübt; auch hier ist wohl dem

Albumin der Pfortader ein Theil Alkali entzogen worden, der mit zur Gallenbildung verwendet wurde.

Nach *Scherer's* Vorgange mus man auch die verschiedene Form, in welcher das Albumin beim Sieden gerinnt, als bedingt durch den grössern oder mindern Gehalt an Alkali ansehen (vergl. Th. 1. S. 341): allein oft geschieht es, dass, wenn man auch, um eine vollständige und zur Filtration geeignete Fällung des Albumins zu erzielen, die alkalische Flüssigkeit neutralisirt oder schwach angesäuert hat, dennoch das Albumin eines Blutes sich schwerer in Flocken sammelt und filtrirbar wird, als das eines andern; so fand ich constant, dass das Albumin des Lebervenenblutes weit langsamer, oft erst nach stundenlangem Sieden sich zusammenballte, während das der Pfortader und andrer Venen, so wie auch das der Arterien nach Zusatz von Säure sehr bald beim Kochen gerann und sich in der vollkommen klargewordenen Flüssigkeit zu Boden senkte.

Da, wie schon öfter erwähnt, die gewöhnliche chemische Untersuchung und besonders die Elementaranalyse uns bei Aufsuchung von wesentlichen Verschiedenheiten in den Proteïnkörpern noch so sehr im Stich lässt, so hat *C. Schmidt*[1]) den genialen Gedanken gehabt, gährungsfähige oder leicht zersetzbare Substanzen mit den Blutbestandtheilen unter übrigens günstigen Bedingungen in Contact zu bringen, und so Zucker, Harnstoff, Amygdalin, Asparagin u. dergl. als Prüfungsmittel auf die Gegenwart gewisser Modificationen des Albumins zu benutzen; er gelangte aber bis jetzt nur zu dem Resultate, dass in den Blutzellen eines gesunden Menschen (nicht in der Intercellularflüssigkeit) ein Stoff enthalten sei, der als Selbstentmischungsproduct Zuckerferment, und ein anderer, der Harnstoffferment liefert; in Krankheiten, z. B. in der Cholera, ist bald das eine, bald das andere Ferment in höherem Grade vermehrt.

Von den Fetten des Serums ist ebenfalls bereits (im 1 Th. S. 256 und 287) ausführlicher die Rede gewesen; wir haben daher hier nur zu bemerken, dass sich im Serum nur wenig freie Fette vorfinden, dagegen sehr viel verseiftes Fett und dann constant noch die krystallisirbaren Lipoïde: Cholesterin und Serolin; phosphorhaltige Fette sind dagegen im Serum nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Dass die Menge des Fetts im Allgemeinen ebensowohl als die einzelnen Fettarten in verschiedenen Venen und unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen höchst variabel ist, werden wir aus speciellen Zahlenangaben ersehen. Dem Fette der Blutkörperchen gegenüber ist das des Serums meistens leicht krystallisirbar, weniger schmierig und farblos, an Menge tritt es gegen das der Blutkörperchen erheblich zurück. Der Unterschied in dem Gehalte der Intercellularflüssigkeit an Fett und dem in den Blutkörperchen ist aus der oben angeführten Uebersicht über die quantitative Vertheilung der einzelnen Blutbestand-

1) *C. Schmidt,* Characteristik der Cholera. S. 57 - 68.

theile auf Körperchen und Intercellularflüssigkeit ersichtlich. Wir heben daher nur noch hervor, dass sich dem Faserstoffe eine nicht unbedeutende Menge Fett beigesellt, die man oft als dem Fibrin ganz eigenthümlich angesehen hat. *Virchow*[1]) fand im venösen Fibrin des Menschen 2,50 bis 2,76 % mit Alkohol und Aether extrahirbares Fett, *Schmid*[2]) im Fibrin der Jugularvene der Pferde 4,21 bis 5,04%, in dem der Pfortader 7,37 bis 8,72 %, ich in der Speckhaut venösen Pferdebluts 2,154, in der arteriellen Pferdebluts = 2,168 % Fett.

Es ist eine für die Physiologie gewiss nicht unwichtige Frage, ob das aus dem Fibrin ausziehbare Fett diesem Stoffe ganz eigenthümlich und in chemischer Verbindung mit demselben sei oder ob es ihm nur zufällig, d. h aus rein mechanischen Ursachen, beigemengt gefunden werde. Nach *Berzelius*' Vorgange ist man gewöhnlich geneigt gewesen, die erste Frage zu bejahen und jenes Fett als besonderes Faserstofffett zu betrachten, welches sogar durch einen Stickstoffgehalt sich vor andern Blutfetten auszeichnen sollte: allein eine nähere Erwägung namentlich der Herstellungsweise des Fibrins leitet zu gegründeten Zweifeln an der Richtigkeit jener Behauptung; denn man erinnere sich nur der Bereitungsweise des Fibrins und der Beimengungen, welche es stets enthält; das Fibrin muss nothwendiger Weise bei seiner spontanen Gerinnung ausser den Blutkörperchen auch andere im Blute nur suspendirte Theile, zuweilen feinste Fettbläschen, immer aber farblose Blutzellen mit nieder reissen und einschliessen. Wird dann das Fibrin durch Auswaschen des Blutkuchens erhalten, so bleibt der granulöse Inhalt mancher gefärbten Blutzellen, der grösstentheils aus Fett besteht, neben den Hüllen jener beim Faserstoff zurück; dass viel farblose Blutzellen dem Fibrin beigemengt sind, wissen wir aus dem frühern (Th. 1. S. 362); diese enthalten aber absolut und relativ mehr Fett noch als die gefärbten Zellen; wir wagen ferner nicht die Möglichkeit in Abrede zu stellen, dass aus dem (im Blutkuchen eingeschlossenen) Serum durch die starke Verdünnung mit Wasser saure fettsaure Salze unlöslich gemacht werden. Wir haben wenigstens demnach eine Menge möglicher Quellen, von denen der Fettgehalt des Faserstoffs abgeleitet werden könnte und in der That zum Theil auch abgeleitet werden muss. Es käme also zur Entscheidung dieser Frage nur darauf an, zu wissen, ob dieses Faserstofffett specifisch verschieden ist von den Fetten andrer Blutbestandtheile. Diess scheint uns aber nicht; denn soweit *Virchow's* und meine eignen Untersuchungen über dieses Fett reichen, sind im Faserstoff nur solche Fette enthalten, welche auch dem einen oder dem andern Blutbestandtheile anzuhaften pflegen. *Virchow* fand in der Asche dieses Fetts viel sauren phosphorsauren Kalk; die übrigen Reactionen des Fetts sprechen ebenfalls ganz für die Anwesenheit glycerinphosphorsauren Kalks, von dem wir gesehen haben, dass er besonders den farbigen Blutzellen eigenthümlich ist; ausserdem ist im Faserstofffett eine saure Ammoniakseife enthalten, welche

1) *Virchow,* Zeitschr. f. rad. Med. B. 4. S. 266—293.
2) *Schmid,* Heller's Arch Bd. 4. S. 322.

möglicher Weise durch die Verdünnung des Serums in den Faserstoff gelangt sein kann; was die unverseifbaren Fette betrifft, so sind diese sehr wenig bekannt, so dass von diesen aus die obige Frage weder bejaht noch verneint werden kann. Cholesterin hat *Virchow* im Fibrin vom Menschen nicht gefunden, dagegen habe ich es im Fibrin vom Pferde durch Winkelmessung nachzuweisen vermocht. Dieses dürfte auch aus dem Serum abzuleiten sein. Es geht hieraus wenigstens soviel hervor, dass man bis jetzt nicht berechtigt ist, dem Faserstoffe eigenthümliche Fette zu vindiciren. Vielleicht könnte man auf die auch von *Virchow* gefundene saure Reaction des Faserstofffetts bei Beantwortung der obschwebenden Frage einen Werth zu legen geneigt sein; allein abgesehen davon, dass auch das Fett der farbigen Blutzellen stark sauer reagirt, so ist diese Erscheinung aus zwei Gründen leicht zu erklären: erstens müssen diese Fette, da sie fettsaure Salze enthalten, saure Reaction annehmen, sobald nicht ein ganz reiner Aether (frei von Essigsäure, Aldehydsäure u. s. w.) angewendet worden ist; ja ich bin einigen Versuchen nach sehr geneigt zu glauben, dass die Umwandlung des Aethers in Säuren durch die thierischen Substanzen bei längerer Digestion mit demselben sehr befördert wird. Andrerseits kann aber die saure Reaction jener Fette um so weniger Wunder nehmen, als die, mit dem Fibrin durch Wasser gefällten, fettsauren Salze saure Salze sind, durch welche namentlich beim Schmelzen flüchtige (d. h. zugleich sauer reagirende) Fettsäuren aus ihren Verbindungen mit Basen ausgetrieben werden. Man findet nämlich in diesen Fetten, sowohl denen des Fibrins als denen der Blutkörperchen, constant flüchtige Fettsäuren: Essigsäure (die wohl von der Umwandlung des Aethers herrühren kann), und wenigstens eine Säure, die mit Baryt ein in schönen Blättchen krystallisirendes Salz giebt; dieselbe gehört unstreitig der Gruppe der eigentlichen flüchtigen Fettsäuren an.

Von den Extractivstoffen des Serums ist es wohl besser gänzlich zu schweigen, als die fragmentarischen, unschlussfertigen Thatsachen zusammenzustellen, die man bis jetzt darüber gesammelt hat (vergl. Th. 1. S. 328). Schon die Physiologie des Stoffwechsels im Blute lässt es errathen, dass in der Intercellularflüssigkeit bei weitem mehr Extractivstoffe enthalten sind, als in den Blutzellen; diess bestätigt auch die directe Untersuchung; denn es finden sich im Serum relativ und absolut mehr solcher Stoffe, als in den Zellen desselben Blutes, wie schon aus der oben angeführten Uebersicht über die Zusammensetzung des Blutes ersichtlich ist.

Unter diesen Extractivstoffen des Blutes und des Serums insbesondere waren bisher eine Anzahl Stoffe verborgen, die entweder erst in neuerer Zeit entdeckt worden sind, oder die man bisher im Blute aufzufinden nur nicht vermocht hatte. Dahin gehört zuerst der Zucker. Dieser ist erst vor Kurzem durch *C. Schmidt*[1]) mit Be-

1) *C. Schmidt*, Characteristik der Cholera u. s. w. S. 161—164.

stimmtheit als integrirender Bestandtheil des normalen Blutes von Rindern, Hunden, Katzen, kranken und gesunden Menschen nachgewiesen worden. Bereits aber ist erwähnt worden, dass ich, in Folge der *Bernard*'schen Entdeckung von Zucker in der Leber, im Pfortaderblute wenig oder keinen Zucker, dagegen im Blute der Lebervenen mehrmals die 10- bis 12fache Menge Zucker aufgefunden habe.

Das Verfahren zur Auffindung des Zuckergehalts im Blute ist sehr einfach: frisch aufgefangenes und defibrinirtes Blut wird mit dem 8- bis 10fachen Volumen Alkohols allmählig unter heftigem Umrühren versetzt, das Coagulum mit heissem Alkohol ausgesüsst, und der Alkohol der filtrirten Flüssigkeit abgetrieben, der Rückstand weiter concentrirt und dann mit stärkerem Alkohol extrahirt, wodurch der grösste Theil der Salze beseitigt wird; ein Theil der alkoholischen Flüssigkeit wird nun mit alkoholischer Kalilösung versetzt, wodurch Zuckerkali und etwas Extractivstoff gefällt wird; die gefällten Flocken ballen sich auf dem Filter bei Luftzutritt zusammen; man löst sie dann in Wasser und kann durch die *Trommer*'sche Probe qualitativ und nach *Fehling* auch quantitativ den Zucker nachweisen. Ein andrer Theil der salzarmen alkoholischen Lösung wird verdunstet, in Wasser gelöst, mit Hefe versetzt und aus der entwickelten Kohlensäure die Menge des Zuckers berechnet (vergl. Th. 1. S. 296).

Andere Stoffe, welche im Serum normalen Blutes vorkommen, sind Harnstoff (vergl. Th. 1. S. 170), Harnsäure (Th. 1. S. 222 und 224) und Hippursäure. Letztere ist einer vorläufigen Mittheilung zufolge von *Verdeil* und *Dollfuss*[1]) zu Giessen im Blute der Rinder entdeckt worden. Dass Kreatin und Kreatinin im Blute vorkommen, ist zwar durch directe Untersuchung noch nicht nachgewiesen worden, allein aus dem gleichzeitigen Vorkommen beider Stoffe in der Muskelflüssigkeit und im Harne lässt sich dieses wohl mit Recht schliessen.

Ob im normalen Blute Gallenstoffe, namentlich die Gallensäuren, präformirt vorkommen, lässt sich (wie wir oben S. 75 nachgewiesen haben), durch unsre jetzigen Mittel keineswegs entscheiden; aus theoretischen Gründen dünkte uns aber deren Vorkommen unwahrscheinlich.

Ueber die Farbstoffe des normalen Serums ist man noch völlig im Unklaren (vergl. Th. 1. S. 307).

Eine schwach gelbliche Färbung ist dem normalen Serum eigenthümlich, vom Gallenpigment hängt diese sicherlich nicht ab, da wenigstens die bekannten, augenfälligen Reactionen des Cholepyrrhins mit den Extracten des Serums nicht eintreten. In Krankheiten kommt mit und ohne Trübung oft auch intensivere, gelbe Färbung des Serums vor; diese rührt entweder vom Gallenpig-

1) *Verdeil* und *Dollfuss*, Compt. rend. T. 30. p. 510 und 657—660.

ment her, welches nicht blos bei Icterus, sondern auch zuweilen bei Pneumonien im Blute nachweisbar ist, oder von einer Vermehrung des erwähnten, noch kaum gekannten Serumpigmentes (auch bei entzündlichen Processen am häufigsten zu bemerken) oder endlich von suspendirten Blutkörperchen. *Schultz* ist der Ansicht, dass auch Hämatin im Serum gelöst vorkommen könne, wenn bei geringem Salzgehalte des Blutes der Inhalt der Blutzellen im Serum diffundirte. Solche Fälle möchten wohl sehr selten sein.

Ueber die dem Serum eigenthümlichen Salze haben wir nach dem, was bereits früher über dieselben mitgetheilt worden ist, nur wenig zu erwähnen (vergl. Th. 1. S. 441 und Th. 2. S. 179). Wenn in den Blutkörperchen Phosphate und Kalisalze vorherrschend waren, so finden wir in dem Serum Natronsalze und hauptsächlich Chlornatrium in überwiegender Menge; durchschnittlich finden wir auch in dem Serum weit mehr Salze, als in den Blutzellen (nach Abrechnung des Eisengehalts). Schwefelsaure und kohlensaure Alkalien gehören ebenfalls hauptsächlich der Intercellularflüssigkeit an.

Ehe wir die qualitative Untersuchung des Blutes verlassen, können wir nicht umhin, noch des eigenthümlichen dem Blute adhärirenden Geruchs Erwähnung zu thun, welcher insbesondre beim Vermischen des Bluts mit einer grössern Portion ($1\frac{1}{2}$fachen Vol.) Schwefelsäure hervortritt. *Barruel*[1]) glaubte gefunden zu haben, dass das Blut jeder Thierart ein ihm eigenthümliches riechbares Princip besitze und dem Geruche der Haut- oder Lungenausdünstung desselben Thiers entspreche. Diese und mehrere andere zum Zwecke medico-forensischer Untersuchung aufgestellte Behauptungen *Barruel's* haben sich nicht vollkommen bestätigt gefunden; insbesondere hat *Schmidt*[2]) dieselben einer sorgfältigen Experimentalkritik unterworfen; er fand die eigenthümlichen Gerüche in durchaus unverkennbarer Weise nur beim Blute der Ziege, des Schaafes und der Katze hervortreten, während bei dem Blute andrer Thiere sich nach jenem Verfahren wohl ein Geruch entwickelt, dessen specifischer Character jedoch keineswegs entschieden hervortritt.

Nach *Barruel* ist das riechbare Princip des Blutes bei jeder Thierart im männlichen Geschlechte hervortretender als im weiblichen; es lässt sich übrigens auch aus dem Serum entwickeln, scheint also diesem anzugehören. Die Entwicklungsweise dieses Geruchs lehrt übrigens, dass wir es hier mit flüchtigen Säuren zu thun haben, die denen der Buttersäuregruppe angehören oder wenigstens sehr nahe stehen.

1) *Barruel*, Ann. d'Hygiène publique No. 6. 1829.

2) *C. Schmidt*, Diagnostik verdächtiger Flecke in Criminalfällen. Mitau u. Leipzig 1848. S. 19.

Was wir oben im Allgemeinen über die Analyse thierischer Flüssigkeiten bemerkt haben, gilt insbesondere und in hohem Grade von der Analyse des Bluts. Ein möglichst kurzer, kritischer Ueberblick über die zur Analyse des Bluts befolgten Verfahrungsweisen wird das dort Ausgesprochene rechtfertigen.

Als einen der wichtigsten Mängel der Analyse erkannte man wohl allgemein den an, dass die erste und wichtigste physiologische Frage, das quantitative Verhältniss zwischen frischen Blutkörperchen (mit ihrem feuchten Inhalte) und dem eigentlichen Plasma betreffend, nach dem bisherigen Stande der chemischen Technik nicht beantwortet werden konnte. Man musste sich daher dabei beruhigen, wenigstens die festen, coagulablen und unlöslichen Bestandtheile der Blutkörperchen annähernd zu bestimmen; wir sagen annähernd; denn auch die Bestimmungsmethoden der unlöslichen Stoffe der Blutzellen haben theilweise nur relativen Werth; die Mengen derselben werden gewöhnlich nicht direct gefunden, sondern aus mehreren Bestimmungen berechnet; übrigens musste der Urheber jeder indirecten Bestimmungsweise der Blutkörperchen eingestehen, dass seine Methode selbst für die hypothetisch trocknen Blutzellen nie ein vollkommen richtiges Resultat geben könne, da man nach keiner dieser indirecten Methoden genau anzugeben im Stande war, wieviel von den im Blutkuchen eingeschlossenen Serumbestandtheilen den Blutkörperchen noch inhärirten und somit als solche berechnet worden seien. Der schlimmste Fehler aller Blutanalysen ist aber der, dass jede Methode solche Mängel hat, welche sich nicht in jedem Falle gleich bleiben; d. h. der anerkannte und zugegebene Fehler in jeder analytischen Methode ist eine variable Grösse, so dass selbst die vergleichenden nach einer und derselben Methode ausgeführten Blutanalysen, auf welche sich namentlich die französischen Forscher so viel zu Gute thun, für die Physiologie und Pathologie nur einen sehr untergeordneten Werth haben und zu der äussersten Vorsicht in etwa darauf zu begründenden Schlussfolgerungen auffordern. Wir müssen mit Wehmuth bekennen, dass wir auch heute noch die Analysen des Bluts für die unreinlichsten und darum unzuverlässigsten Untersuchungen in der ganzen analytischen Chemie halten. Es ist daher um so verdienstvoller, dass man (wie *Hinterberger* unter *v. Gorup-Besanez*[1]) Leitung) angefangen hat,

1) *Hinterberger* und *v. Gorup-Besanez*, Arch. f. physiol. Med. Bd. 8. S. 603—618.

die Zuverlässigkeit der verschiedenen Methoden der Blutanalyse experimentell zu prüfen; wir werden auf diesem Wege gewiss noch dahin kommen, das zu erreichen, was uns jetzt zum Theil unmöglich scheint. Man darf aber auch nicht erwarten, dass die Chemie gleich bei ihrem Eintritte volles Licht verbreiten solle über ein Feld, über dem nach jahrhundertelangen anderweiten Forschungen kaum eine Dämmerung angebrochen war.

Die meisten Experimentatoren, welche grössere Reihen von Blutanalysen ausgeführt haben, namentlich *Andral* und *Gavarret*[1]), *Becquerel* und *Rodier*[2]), *Popp*[3]) u. s. w. haben sich höchstens mit geringen Abänderungen der Methode von *Prevost* und *Dumas*[4]) bedient, um die trockenen Blutkörperchen zu bestimmen. Diese Methode besteht im Wesentlichen darin, dass nach vollendeter Contraction des Blutkuchens zunächst Serum und Blutkuchen für sich gewogen werden, um das Verhältniss beider zu einander zu bestimmen; hierauf wird der feste Rückstand des Serums und der des Blutkuchens bestimmt; nach Abzug des anderweit bestimmten Faserstoffs vom festen Rückstande des Blutkuchens hat man die Zahl, welche die Summe der trocknen Blutkörperchen und der festen Stoffe des in dem Blutkuchen noch eingeschlossen gewesenen Serums ausdrückt. Die genauere Bestimmung der Grösse dieses Serumgehalts ist es eben, woran die Bemühungen der tüchtigsten Forscher gescheitert sind. Da der Wassergehalt des Blutkuchens wahrscheinlich in einem nahen Verhältnisse zu seinem Serumgehalte steht, so glaubten unstreitig *Prevost* und *Dumas* sich dem reellen Verhältnisse am meisten zu nähern, wenn sie geradezu alles Wasser, welches im Blutkuchen gefunden worden war, als dem Serum angehörig betrachteten und darnach den Gehalt des trocknen Blutkuchens (nach Abzug des Fibrins) an festen Serumbestandtheilen berechneten.

Da diese ganze Berechnung auf der einfachsten Gleichung, einem sg. Regeldetriexempel, beruht, so dürfte es wohl überflüssig sein, diese hier erst noch näher zu erläutern.

Ich kann mir übrigens nicht vorstellen, so wie es *C. Schmidt* anzunehmen scheint, dass nämlich *Prevost* und *Dumas* wirklich geglaubt hätten, alles Was

1) *Andral* und *Gavarret*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 55. p. 227.

2) *Becquerel* und *Rodier*, Gaz. medical de Paris 1844. No. 47. p. 751.

3) *Popp*, Untersuchungen üb. d. Beschaffenheit des menschl. Blutes in verschiedenen Krankheiten. Leipzig 1845. S. 68.

4) *Prevost* und *Dumas*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 23. p. 56—75.

ser des Blutkuchens rühre nur vom Serum her, sondern es dünkt mir mehr als wahrscheinlich, dass sie in der oben dargestellten Weise die Sache aufgefasst haben. Da sich die Menge des in dem Blutkuchen eingeschlossenen Serums absolut nicht bestimmen liess, auch nicht einmal ein irgend brauchbarer Massstab zur Schätzung vorhanden war, so blieb ihnen nur die Alternative, entweder alles Wasser des Blutkuchens (nach Abzug des Faserstoffs) den Blutkörperchen allein oder, wie sie es gethan, dem Serum allein zuzurechnen. Dass beides entschieden falsch ist, haben weder sie noch wohl Jemand nach ihnen verkannt; sie griffen daher nach der Berechnungsweise, welche offenbar eine geringere Fehlergrösse zuliess. *Von Bibra* scheint uns daher in einen Irrthum verfallen zu sein, indem er, den Serumgehalt des Blutkuchens ignorirend, den Fehler jener Forscher zu verringern glaubte.

Die Abänderungen, welche andere Forscher, z. B. *Becquerel* und *Rodier* und *Popp* an dieser Methode gemacht haben, leiden immer noch an demselben Mangel, den wir eben in der ursprünglichen Methode von *Prevost* und *Dumas* rügten; erstere bestimmten den festen Rückstand des defibrinirten Bluts und zogen von diesem die aus dem Wassergehalte berechneten (nach besonderer Serumanalyse bestimmten) festen Serumbestandtheile ab; *Popp* analysirte das sich auf defibrinirtem Blute bildende Serum und dann den unter diesem Serum befindlichen Cruor (d. h. Blutkörperchen + x Serum i. q. Blutkuchen — Faserstoff). Diese Abänderungen sind zwar nicht wesentliche, aber doch wirkliche Verbesserungen der ursprünglichen Methode; denn den Blutkuchen, so wie er bei der Gerinnung des Bluts erhalten wird, ganz trocknen zu wollen, wäre thöricht, da diess fast unmöglich ist; nimmt man aber zur Bestimmung des festen Rückstandes einen Theil des Blutkuchens, so muss man wenigstens die Vorsicht anwenden, einen verticalen Durchschnitt desselben zur Analyse zu verwenden, da die Blutkörperchen im Blutkuchen von oben nach unten sehr ungleich vertheilt sind. Nach der Methode von *Popp* lässt sich übrigen sin vielen Fällen das Serum vom Cruor besser trennen, als nach den französischen Forschern vom Blutkuchen. Diese Trennung des Serums von den abgeschiedenen Blutkörperchen bleibt aber nach jeder Methode (in den meisten Fällen) der unreinlichste Theil der Untersuchung; denn bei dem Abheben oder Abgiessen des Bluts vom Blutkuchen gelingt es selten, das Serum gänzlich frei von Blutkörperchen oder den Blutkuchen gänzlich frei selbst von solchem Serum zu erhalten, welches nicht eingeschlossen ist.

Wenn aber auch alle Autoren zugaben oder zugeben mussten, dass diese Bestimmung keinen absoluten Werth für die trocknen Blut-

körperchen geben konnte, so hielt man sie doch zu comparativen Blutanalysen für völlig tauglich oder ausreichend: allein man erinnere sich nur an die namentlich in Krankheiten so sehr verschiedene Contractionsfähigkeit des Fibrins im Blutkuchen; ein sehr dichter Blutkuchen wird weit weniger Serum einschliessen, als ein sehr lockerer, gallertartiger; hierbei kommt noch gar nicht in Anschlag, dass so häufig Sedimente von Blutkörperchen ausserhalb des Blutkuchens vorkommen; der auf die Blutkörperchen kommende Serumgehalt ist unabhängig von jeder Proportion, da die Menge des mit den Körperchen gemengt bleibenden Serum weniger von der Hand des Experimentators als vom Zufall abhängig ist.

Simon[1]) schlug, die Quantität der Blutkörperchen direct zu finden, einen Weg ein, der jedoch aller Genauigkeit entbehrt. Er liess nämlich geschlagenes Blut durch Hitze unter Umrühren gerinnen und zog das Coagulum mit Aether und kochendem Alkohol aus; er glaubte nun, dass kochender Alkohol das Serumeiweiss rein zurücklasse und die Bestandtheile der Blutkörperchen sammt den Salzen und Extractivstoffen des Serums auflöse; nach Verdunstung der alkoholischen Lösungen wurde der Rückstand mit kaltem wässrigem Spiritus extrahirt, von dem *Simon* zu glauben schien, dass er alle Bestandtheile der Blutkörperchen ungelöst lasse, während er die nicht coagulabeln Serumstoffe auflöse. Dieses Verfahren hat so viel Mängel, dass wir uns nur wundern können, wie *Simon's* Blutanalysen noch so leidlich mit denen andrer Experimentatoren übereinstimmen konnten. Als Beweis für die gänzliche Untauglichkeit dieser Methode begnügen wir uns anzuführen, dass nie zwei nach dieser Methode ausgeführte Analysen eines und desselben Blutes übereinstimmen werden. Schon ihrer Umständlichkeit halber ist diese Methode nie zu grössern Reihen von Blutuntersuchungen benutzt worden.

Scherer[2]) hat die Blutanalyse in vieler Hinsicht vervollkommnet und seine Methode ist die reinlichste von allen, obwohl sie noch an demselben Hauptmangel leidet, wie die frühern, nämlich blosse Bestimmung der coagulabeln und in Wasser unlöslichen Bestandtheile der Blutkörperchen neben der durch die Unbestimmbarkeit wirklich eingeschlossenen Serums bedingten Unsicherheit des absoluten Werthes. *Scherer* vergleicht nämlich nicht die festen Rückstände des Serums und defibrinirten Blutes, sondern die Menge der coagulabeln Bestandtheile beider Flüssigkeiten, um die Zahl der trocknen Blutkörperchen zu finden, und berechnet Salze, Fette und Extractivstoffe für sich. Nach den vergleichenden Untersuchungen von *Hinterberger*

1) *Simon,* medicin. Chem. Bd. 2. S. 83.

2) *Scherer,* Otto's Beitrag z. d. Analysen gesunden Bluts. Würzburg 1848.

liefert die Scherer'sche Methode die kleinste Zahl für die Blutkörperchen; der Grund ist leicht einzusehen; denn die trocknen Blutkörperchen *Scherer's* sind nicht blos aller löslichen Bestandtheile beraubt, sondern auch durch die bei der Coagulation angewendete Essigsäure von einer unbestimmten Menge von Erdphosphaten; dazu kommt, dass zuweilen trotz Kochens und Neutralisirens in der Flüssigkeit etwas Pigment gelöst bleibt, welches dann natürlich für die Berechnung der Blutkörperchen verloren geht. Der Hauptgrund für diese Erfahrung mag allerdings, wie *v. Gorup-Besanez* und *Hinterberger* hervorheben, in *Scherer's* Verfahren liegen, das defibrinirte Blut herzustellen. *Scherer* presst nämlich zur Herstellung defibrinirten Blutes den Blutkuchen aus und mischt die abgelaufene Flüssigkeit mit dem Serum; bei diesem Verfahren dürften wohl immer eine grössere oder geringere Anzahl Blutkörperchen oder wenigstens Rudimente derselben im Faserstoff zurückbleiben und somit für die Bestimmung der trocknen Blutzellenmasse verloren gehen.

Wir kommen nun zu einer Methode, welche den Fehler aller bisher genannten Methoden zu vermeiden und alles Serum von den Blutkörperchen zu trennen scheint. Diese beruht auf der schon oben S. 173 erwähnten Eigenschaft der Glaubersalzlösung, die Blutkörperchen filtrirbar zu machen. Sie wurde zuerst von *Figuier* angewendet, später von *Dumas* und neuerdings von *Höfle*[1]) verbessert. Defibrinirtes Blut wird mit dem 8fachen Volumen concentrirter Glaubersalzlösung versetzt und filtrirt, der Rückstand auf dem Filter mit Glaubersalzlösung ausgesüsst (nach *Dumas* gleichzeitig ein Strom Sauerstoffgas durch die auf dem Filter befindliche Masse geleitet) und endlich die auf dem Filter zurückgebliebene Blutzellenmasse entweder unmittelbar in heissem Wasser coagulirt (*Figuier*) oder erst in lauem Wasser vom Filter abgewaschen und dann durch Kochen der Waschflüssigkeit coagulirt. So brauchbar und genau dieses Verfahren der Theorie nach wenigstens auf den ersten Blick erscheint, so unzuverlässig ist es in der Praxis. Trotz der von *Dumas* empfohlenen Vorsichtsmaasregeln gehen fast immer einige Blutkörperchen mit durch das Filter, was um so leichter geschieht, je schneller die Blutkörperchen auf demselben zu dunkelrothen Massen zusammenkleben; immer wird man aber, selbst wenn die ablaufende Flüssigkeit wenig gefärbt erscheint, durch das Mikroskop Körperchen genug in derselben wahr-

1) *Höfle*, Chemie u. Mikrosk. am Krankenbette S. 132.

nehmen oder wenigstens ein rothes Sediment sich absetzen sehen; die Flüssigkeit geht oft so langsam durch das Filter, dass dieses durch die sich verändernden Blutkörperchen gänzlich verstopft wird. Sehr oft ist aber dieses Verfahren mit krankhaftem Blute deshalb gar nicht ausführbar, weil dessen Körperchen ungeachtet des Zusatzes von schwefelsaurem Natron eben so leicht das Filter durchdringen als ohne dasselbe (*Didiot* und *Dujardin*[1]) oder weil das Serum so dickflüssig, fast gallertartig ist, dass es nicht zu filtriren ist; nur in den seltensten Fällen lassen sich diese Uebelstände durch Substitution einer Zuckerlösung anstatt des schwefelsauren Natrons vermeiden (*Poggiale*[2]). Die Hauptfrage ist aber die: wird auf solche Weise wirklich alles Serum von den Blutzellen getrennt? wäre dies der Fall, so liesse sich diese Methode wenigstens benutzen als Controle der andern (namentlich der *Scherer*'schen) Methoden und man würde auf diesem Wege vielleicht im Stande sein, einen Coëfficienten für die nach den vorerwähnten Verfahrungsweisen unvermeidlichen Mängel (wegen des Serumgehalts des Blutkuchens) ausfindig zu machen; allein leider ist dies nicht der Fall; denn die auf dem Filter gesammelten Blutkörperchen werden durch 2- und 3maliges Auswaschen mit Glaubersalzlösung (wie *Höfle* glaubt) keineswegs serumfrei; denn die abfliessende Flüssigkeit enthält nach 6- bis 8maligem Auswaschen (wenn dies nämlich ohne Zersetzung der Blutkörperchen und ohne Verstopfung des Filters gelingt) noch nicht frei von Serumbestandtheilen; daher rührt es, dass, wie *Gorup* und *Hinterberger* fanden, nach dieser Methode trotz des erwiesenen Verlustes an Blutzellen und Bestandtheilen derselben (die namentlich bei der unvollkommnen Gerinnbarkeit des Globulins der Blutzellen mit dem schwefelsauren Natron gelöst bleiben, besonders wenn der zu coagulirenden Flüssigkeit nicht noch etwas Säure zugesetzt worden war) doch mehr trockne Blutzellen, als nach irgend einer andern Methode gefunden werden; erklärlicher wird dieses Plus an Blutzellen noch dann, wenn man sich überzeugt hat, dass (wie ich mehrmals gefunden) klares Blutserum durch eine gesättigte Lösung reinen schwefelsauren Natrons stark getrübt wird. Es addiren sich also trotz des vollständigsten Auswaschens noch Stoffe aus dem Serum den Blutkörperchen bei. *Hinterberger* fand übrigens in der Asche der nach *Höfle* bestimmten Blutzellenmasse noch sehr viel

1) *Didiot* und *Dujardin*, Compt. rend. T. 23. p. 227.
2) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25. p. 198—201.

schwefelsaure Salze (was mir jedoch nicht so vorgekommen ist, sobald das Coagulum gehörig mit heissem Wasser ausgewaschen worden war). Allein auch der Theorie nach stellen sich bei genauerer Erwägung der Anwendung dieser Methode einige Einwürfe entgegen. Waschen wir nämlich auch die Blutkörperchen mit einer Flüssigkeit aus, durch welche die Hülle der Blutzellen unversehrt erhalten wird, so ist dadurch die Penetrabilität der Hülle noch nicht aufgehoben; dass die löslichen Salze der Blutzellen die Hülle durchdringen, wissen wir; es würde aber höchst merkwürdig sein, wenn die löslichen coagulirbaren Proteïnkörper des Zelleninhaltes nach Entfernung alles Serums nicht auch nach endosmotischen Gesetzen die Hüllenmembran theilweise penetriren könnten. Die in den Blutkörperchen zurückgebliebene Substanz verliert übrigens bei ihrer Auflösung in Wasser und nachmaliger Coagulation noch Kali (wie *C. Schmidt* nachgewiesen) und ausser diesem und durch dieses noch organische Materie, so dass also auch diese Methode, selbst wenn sie alles Serum von den Blutkörperchen zu entfernen im Stande wäre, dennoch die festen Bestandtheile der Blutzellen nur unzureichend zu bestimmen vermöchte.

Der erste, welcher die Lösung des Problems, die Bestimmung des Verhältnisses der feuchten Blutzellen zu der Intercellularflüssigkeit, versucht hat, ist *C. Schmidt*[1]). Dieses Verfahren fusst nicht etwa, wie man erwarten sollte, auf der directen Bestimmung der trocknen Blutkörperchen vermittelst schwefelsauren Natrons, sondern im Gegentheil auf der ursprünglichen Methode von *Prevost* und *Dumas*. Da nach den Untersuchungen der genauesten Analytiker die festen Bestandtheile des Serums in einem constanten Verhältnisse zu denen des Blutkuchens stehen, d. h., da der Blutkuchen um so reicher an festen Bestandtheilen gefunden zu werden pflegt, je concentrirter das Serum ist, so muss die Zahl der nach *Prevost* und *Dumas* berechneten trocknen Blutkörperchen auch in einem constanten Verhältnisse zu den frischen, im Blute versirenden Blutkörperchen stehen. Es kam also darauf an, den constanten Factor ausfindig zu machen, durch den wir aus den nach *Prevost* und *Dumas* gefundenen hypothetischen, trocknen Blutkörperchen die Blutzellen (im morphologischen Sinne) berechnen könnten. *Schmidt* hat diesen Coëfficienten = 4 gefunden, so dass man die hypothetischen, trocknen Blutkörperchen nur mit 4 zu multipliciren braucht, um die Zahl für die feuchten Blutzellen (mit den lös-

1) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera. S. 3—19.

lichen und unlöslichen Bestandtheilen ihres Inhalts) zu erhalten. Ein um 0,3 grösserer oder geringerer Werth als 4,0 würde nach *Schmidt's* Erfahrungen nicht mehr dem richtigen Verhältnisse entsprechen. *Schmidt* gelangte zur Aufstellung jenes Factors vorzüglich auf drei Wegen:

1) er ermittelte durch mikrometrische Messung die Volumenverminderung der rothen Blutzellen beim Trocknen. Wurde nämlich die Blutzelle unter Umständen eingetrocknet, welche eine gleichmässige Verdunstung des Wassers nach allen Richtungen hin gestatteten, so fand *S.* eine constante Raumverminderung; diese betrug 68 bis 69% des Volumens der frischen Zelle; demnach enthält die letztere ungefähr 68 bis 69 Th. Wasser auf 32 bis 31 Th. fester Stoffe, eine Menge, welche beinahe das vierfache der im Plasma gelösten festen Bestandtheile beträgt.

2) Nachdem sich *S.* davon überzeugt hatte, dass die zu verschiedenen Zeiten aus dem Blutkuchen ausgepressten Quantitäten Serums gleiche Dichtigkeit und gleiche Zusammensetzung hatten, untersuchte er durch das Mikroskop das Volumenverhältniss, welches in möglichst contrahirtem Blutkuchen zwischen Blutzellen und Intercellularsubstanz (Faserstoff + Serum) stattfand; es ergab sich dieses Verhältniss so, dass auf 100 Vol. Blutkuchen höchstens 20 Vol. Intercellularsubstanz kamen, also $\frac{1}{5}$ des Gesammtvolumens; wurden dann die $\frac{4}{5}$ des Volumens der Körperchen im Blutkuchen mit dem Volumen des Gesammtblutes (Blutkuchen + Serum) verglichen, so zeigte sich, dass das Blut mindestens 40 Volumenprocent frischer Zellen enthalten musste; *Schmidt* fand übrigens bei weitern Vergleichungen dieser Art, dass in der Regel das Blut ein grösseres Volumen an Blutzellen enthält, und dass dasselbe bis auf 53 und 54% des Gesammtvolumens steigen kann.

3) Die dritte Bedingungsgleichung, welche *Schmidt* zur Entwicklung jenes Coëfficienten verwendete, beruht auf der Vergleichung der ungleich im Blutkuchen und Serum vertheilten Mineralstoffe. Wir haben schon in dem Obigen ausführlicher gezeigt, dass in der Blutzelle Kalisalze und Phosphate vorwalten, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man eine genaue Aschenanalyse des Blutkuchens oder des fibrinfreien Cruors mit der des entsprechenden Serums zusammenstellt. Da leider das Serum nie ganz frei von Phosphaten und Kalisalzen, die Blutkörperchen aber (in den von *Schmidt* und nach ihm ausgeführten Analysen) nie ganz frei von Chloralkalien und Natriumsalzen sind, so

kann dieses Verfahren wohl als beste Controle jenes von *Schmidt* aufgestellten Coëfficienten angesehen, aber leider nicht benutzt werden, um im speciellen Falle zu erfahren, ob die nach *Schmidt* ausgeführte Berechnung des Verhältnisses der Zellen zur Zwischenzellflüssigkeit das richtige gibt. Würde es gelingen, im Serum eine diesem so eigenthümliche, chemisch leicht ausscheidbare und quantitativ bestimmbare Substanz nachzuweisen, wie das Hämatin für die Blutkörperchen ist, so würde aus der Analyse des Blutkuchens und dessen Gehalte an jener dem Serum eigenthümlichen Substanz sehr leicht zu berechnen sein, wie viel Serum (dessen Analyse natürlich ebenfalls vorliegen muss) in dem Blutkuchen eingeschlossen war; zöge man alsdann die übrigen dem Serum (nach der Analyse desselben) angehörigen Bestandtheile von den in dem Blutkuchen gefundenen Mengen gleicher Stoffe sowie auch das Fibrin ab, so würde man nach der einfachsten Proportionsrechnung die Menge und die Zusammensetzung der in 100 oder 1000 Th. Bluts enthaltenen Blutkörperchen vor Augen haben. Wäre dies der Fall, so würde das Problem gänzlich gelöst sein, aber leider haben wir weder in den präformirten Sulphaten noch unter den organischen Materien eine Substanz auffinden können, die gänzlich von den Blutzellen ausgeschlossen wäre. Wir müssen uns daher vielleicht für immer mit dem *Schmidt*'schen Coëfficienten als Mittel der höchsten Annäherung begnügen; allein wenn auch nicht andre Theile der Blutanalyse weit weniger scharf wären, so würde doch immer durch diesen Coëfficienten ein hoher Grad von Genauigkeit erreicht werden. Die Physiologie und namentlich die physiologische Chemie wird sicher dieser genialen Combination *Schmidt's* noch die glänzendsten Erfolge verdanken.

Die Berechnungsweise der Blutanalyse nach *Schmidt* ist sehr leicht zu übersehen; die Analyse des Blutkuchens und des Serums und die darnach berechnete Proportion der Bestandtheile des Gesammtblutes liegt vor; das Vierfache der nach *Prevost* und *Dumas* berechneten Zahl trockner Blutkörperchen gibt die Menge der frischen Blutzellen und darnach ihr Verhältniss zur Intercellularflüssigkeit. Man zieht nun von der Gesammtanalyse des Bluts die der gefundenen Menge Intercellularflüssigkeit angehörigen Bestandtheile ab, und hat im Reste alle nur den Blutkörperchen angehörigen Stoffe.

An eine quantitative Bestimmung der farblosen Blutzellen hat man noch nicht zu denken gewagt; es ist möglich, dass deren Ermittlung sich für immer höchstens auf ungefähre Schätzung beschränken wird.

Von der quantitativen Bestimmung des Fibrins und ihrer Un-

zuverlässigkeit ist bereits Th. 1. S. 366 die Rede gewesen. Wir fügen hier nur noch einige Worte über *Hinterberger's* Erfahrung bei, wornach man durch Schlagen des Bluts immer weniger Fibrin erhält, als durch Auswaschen des Blutkuchens. Derselbe Autor hält für eine nicht ganz unbedeutende Ursache die während der Coagulation des Blutes stattfindende Wasserverdunstung; dieser Fehler dürfte bei der verhältnissmässig so geringen Menge Faserstoffs im Blute wohl verschwindend klein sein, und von den andern Beobachtungsfehlern bei der besten Blutanalyse übertroffen werden; überhaupt sollen aber nach den ersten Regeln der analytischen Chemie tropfbare und verdunstbare Flüssigkeiten, die der quantitativen Analyse zu unterwerfen sind, niemals in offnen Gefässen stehen gelassen, ja wo möglich nicht in offnen Gefässen gewogen werden; daher darf man auch ein zur quantitativen Analyse bestimmtes Blut niemals in offnen Gefässen gerinnen und darnach etwa 24 St. lang stehen lassen. Allein auch bei Befolgung dieser analytischen Regel wird man, wie directe Versuche erweisen, aus dem geschlagenen Blute weniger Fibrin erhalten, als aus dem Blutkuchen durch Auswaschen. Wir haben bereits im ersten Theile gezeigt, dass selbst der durch Schlagen gewonnene Faserstoff, da er sich nur unvollkommen auswaschen lässt, niemals reines Fibrin ist; allein noch viel mehr gilt dies von dem Fibrin des Blutkuchens; während in jenem immer etwas Blutpigment zurückbleibt, so enthält das letztere die farblosen Blutkörperchen und die Hüllen sowie den granulösen Inhalt der gefärbten. Die farblosen Zellen und die Hüllen der gefärbten können oft in solcher Menge auftreten, dass sie für den Faserstoff eine ganz falsche Zahl geben; ja wir haben bereits oben im Lebervenenblute einen Fall kennen gelernt, wo sich fast gar kein Fibrin vorfindet, und wo man nur die Zellenmembranen der Blutkörperchen für Fibrin gehalten hat. Die Mehrzahl der feinen Flocken, welche in geschlagenem Blute Leinwandfilter durchdringen, sind solche Hüllenmembranen, allein in der That zu einem geringern Theile Faserstoffflöckchen; das Pseudofibrin des Lebervenenblutes geht fast vollständig durch das Leinwandfilter. Wir sind also bei der Analyse stets in der traurigen Alternative, entweder Faserstoff zu verlieren oder mit demselben gleichzeitig farblose Blutkörperchen und Hüllenmembranen zu bestimmen; müssen aber demzufolge aus geronnenem Blute, da diese in demselben fester vom Fibrin eingeschlossen sind, constant mehr Faserstoff finden, als in geschlagenem Blute, dessen Fibrin durch ein Leinwandfilter von dem ungewässerten Blute

abfiltrirt worden ist. Die Leinwandfilter sind übrigens für die quantitative Analyse des Bluts ein trostloses Mittel; denn entweder lassen sie eine Menge feiner Faserstoffflöckchen (sei das Fibrin durch Schlagen oder durch Auskneten und Zerdrücken des Blutkuchens erhalten) hindurch gehen, oder sie werden von den Hüllenmembranen mit einer feinen schleimigen Kruste überzogen, von der selbst die weitesten Maschen der Leinwand verstopft werden. Will man daher eine möglichst genaue Blutanalyse anstellen, so müssen die Leinwandfilter zur quantitativen Bestimmung gänzlich vermieden werden, und man wird alsdann finden, dass der aus dem Blutkuchen erhaltene Faserstoff nicht mehr beträgt, als der durch Schlagen desselben bestimmte, sowie, dass die über den Einfluss der Bewegung auf die Verminderung des Fibrins von *Marechal* und selbst neuerdings noch von *Corne*[1]) angestellten Versuche und davon abgeleiteten Deductionen lediglich auf den Mängeln der analytischen Methode beruhen. Völlig sind jene Mängel allerdings nicht zu vermeiden; denn sammelt man sorgfältig alle sonst durch Leinwandfilter gehende unlösliche Substanzen, so wird eben die Zahl des Fibrins zu gross sein. Der beste Weg, alles Unlösliche, das man einmal Faserstoff zu nennen übereingekommen ist, möglichst (obwohl keineswegs vollkommen) zu sammeln und wägbar zu machen, hat uns folgender geschienen: geschlagenes Blut sehr stark zu wässern und die Flöckchen sich absetzen zu lassen (was aber leider oft sehr unvollkommen geschieht); hierauf die Flüssigkeit, so weit sie klar ist, abzuheben und den trüben Rückstand sammt den gröbern Coagulis wiederholt mit Wasser zu schütteln und die klar gewordene Flüssigkeit zu entfernen, bis die letztere nicht mehr gefärbt wird; nachher ist es möglich, sich (anstatt eines Leinwandfilters) eines Papierfilters zu bedienen, welches die feinen Flöckchen nicht durchdringen, namentlich wenn man vorher die Flüssigkeit mit dem gleichen Volumen Spiritus erhitzt hat (wenn die Flüssigkeit einmal farblos geworden ist, pflegt keine coagulable Substanz mehr im Fibrin gefunden zu werden); der Faserstoff ist alsdann ziemlich leicht filtrirbar und wird am besten mit siedend heissem Spiritus ausgesüsst. Man hat auf diese Weise auch keine genaue Bestimmung des Fibrins; man weiss aber, was man vor sich hat, und dass man immer ein Plus von Fibrin bestimmt, ist aber bei weitem weniger von reinen Zufälligkeiten abhängig, wie das bei der Benutzung von Leinwandfiltern und bei nur

1) *Corne*, Compt. rend. T. 30. p. 110.

theilweisem Wässern des Blutes der Fall ist; hier ist jede Schätzung unmöglich; dort sind wir uns aber stets eines Ueberschusses an Fibrin und eines kleinen Verlustes an Blutkörperchen bewusst. Kenntniss des Fehlers lässt uns hoffen, ihn später noch vermeiden zu lernen; Genauigkeit und Geduld sind freilich zu dieser Fibrinbestimmung unerlässlich. In Fäulniss geht übrigens das Blut bei dieser allerdings etwas umständlichen Operation nicht leicht über, da die zugefügten Wassermengen so oft gewechselt werden.

Rücksichtlich der Bestimmung des Albumins im Serum verweisen wir auf das darüber im 1. Th. S. 347 Bemerkte. Nur möchten wir in Betreff der Anwendung des dort Gesagten auf die Blutanalyse noch dieses hinzufügen: dass es nämlich immer wichtig ist, neben der Bestimmung des Albumins im Serum auch die coagulirbaren Materien des Blutkuchens oder des faserstofffreien Cruors oder des defibrinirten Blutes zu bestimmen und zwar der bei Blutanalysen ganz unentbehrlichen Controle wegen; so dass gewissermassen die Methoden von *Becquerel* und *Rodier* oder *Popp* combinirt werden mit der von *Scherer*. *Hinterberger* fand, dass der nach *Becquerel* und *Rodier* ermittelte Albumingehalt (durch Extraction des festen Serumrückstandes mit den verschiedenen indifferenten Lösungsmitteln bestimmt) immer etwas höher ausfällt, als der nach *Scherer* bestimmte; dies ist aber nicht blos bei dem Serum, sondern in noch höherem Grade bei dem fibrinfreien Cruor (Blutkörperchen + eingeschlossenem Serum) der Fall; d. h. auch hier beträgt die durch Coagulation unter Mithülfe von Säuren erhaltene Substanz weniger als der Rückstand, der nach Behandlung der festen Cruorbestandtheile mit Aether, Alkohol und Wasser erhalten wird. Diese bei jeder Blutanalyse zu machende Erfahrung hat theils darin ihren Grund, dass bei der Coagulation unter Hülfe von Säuren durch eben diese der gerinnbaren Substanz eine geringe Menge Erden entzogen werden, die natürlich in der nur mit indifferenten Menstruis behandelten Substanz zurückbleiben, theils aber auch darin, dass durch die Behandlung mit erwähnten Menstruis aus dem Rückstande gewisse Alkalisalze und vielleicht auch organische Materien ausgezogen werden, die bei der Coagulation aus der Flüssigkeit eine gewisse Menge eiweissartiger Substanzen gelöst erhalten, so dass diese der Gerinnung und Abscheidung entzogen wird.

A. Becquerel[1]) hat in neuester Zeit das von *Biot* entdeckte Drehungs-

1) *Becquerel*, Compt. rend. Novbr. 1849.

vermögen gelösten Albumins für polarisirtes Licht benutzt, um die Quantitäten im Serum gelösten Eiweisses quantitativ zu bestimmen, wie vor ihm schon *Bouchardat* versucht hatte. Der Apparat, dessen Beschreibung hier nicht gegeben werden kann, beruht auf directer Messung der Drehung, welche ein Lichtbüschel durch die in der Flüssigkeit enthaltene Eiweissmenge nach links erleidet. Nach *Biot's* Formel ist das Ablenkungsvermögen des Albumins = 27° 36′; im *Becquerel*'schen Apparate, *Albuminimeter*, entspricht jede Minute, um welche der Lichtbüschel abgelenkt wird, = 0,180 grm. der im Apparate eingeschlossenen Lösung, jeder Grad = 10,800 grm. *Becquerel* hat durch wiederholte Beobachtungen völlige Uebereinstimmung dieser physikalischen mit der chemischen Analyse gefunden: allein einer weiteren Untersuchung bedarf dieser Gegenstand doch, erstens weil die chemische Bestimmung des Albumins nach *Becquerel* eben nicht genau ist, und zweitens weil das Serum immer Spuren von Zucker enthält, welche den Grad der Ablenkung einigermassen modificiren können.

Die Bestimmung der S a l z e des Serums und des Cruors geschieht am besten durch Verkohlung der festen Rückstände beider Flüssigkeiten, und dann nach einer etwas modificirten *Rose*'schen Methode, wie wir dies im 1. Th. S. 418 angedeutet haben. Die Salze selbst können dann nach den bekannten Methoden der analytischen Chemie, wie sie namentlich rücksichtlich der Aschenbestandtheile in neuerer Zeit von *Rose* vervollkommnet worden sind, analysirt werden.

Die quantitative Ermittlung der F e t t e im Blute, wie in andern thierischen Substanzen, ist mit Schwierigkeiten verbunden, welche oft nicht völlig zu überwinden sind. Dass man hierzu nur die (bei 120°) vollständig ausgetrockneten festen Rückstände verwenden darf, versteht sich wohl von selbst. Man bringt am besten die zur Fettbestimmung verwendbare trockne Substanz in ein Digerirfläschchen, indem man ihr Gewicht, wie bei Elementaranalysen, durch Zurückwägen bestimmt. Ein Digerirfläschchen ist hierzu nothwendig, da das Kochen der Substanz mit Aether und das Abgiessen der ätherischen Fettlösung nur so ohne Verlust an Fett zu ermöglichen ist. Die ätherische Lösung ist aus einem kleinen Becherglase oder einer dünnen Glasschaale mit sehr hohen Rändern zu verdunsten, da das Fett sehr leicht an den Rändern des Gefässes emporkriecht und so Verlust unvermeidlich ist. Der Aether muss übrigens völlig rein, möglichst frei von Wasser, Alkohol und freier Säure sein. Das Verdunsten des Aethers muss ohne Sieden geschehen. Der Fettrückstand ist, wie alle Rückstände, bei 120° zu trocken.

Reiner Aether zieht nur die neutralen Fette und die freien Fettsäuren aus, nicht die f e t t s a u r e n A l k a l i e n; diese müssen mit absolutem Alkohol, dem etwa $1/10$ Vol. Aether zugesetzt ist, extrahirt

werden. Die Bestimmung der Seifen ist immer ungenau, da man in der Regel nicht hinlänglich grosse Quantitäten derselben erhält, um die den Seifen fast immer beigemengten nicht fettigen Stoffe von jenen zu trennen.

Die Extractivstoffe aus dem Verluste der auf 100 Th. reducirten analytischen Resultate zu berechnen, ist durchaus tadelnswerth; denn man entschlägt sich auf diese Weise eines der wichtigsten Mittel, die ganze Analyse zu controliren. Die Extractivstoffe, d. h. alkoholisches, spirituöses und wässriges Extract, sind nach Entfernung der Fette aus dem festen zu analysirenden Rückstande für sich zu trocknen, zu wägen und endlich einzuäschern, um die gefundene Asche von der organischen Materie abzuziehen; nur so kann man hoffen, die für die Physiologie so wichtigen Extractivstoffe wissenschaftlich verwerthen zu können.

Bei jeder Blutanalyse wird man freilich nicht alle hier angedeuteten Controlemittel anwenden können; allein da die wenig beachtete Regel gilt (vergl. Th. 2. S. 3), dass möglichst kleine Mengen zu jeder einzelnen Bestimmung verwendeter Substanz die genauesten Resultate geben, so bedarf es zu einer guten Blutanalyse keineswegs so viel Materials, als man häufig für nöthig gehalten hat; nur zur Aschenanalyse sind grössere Mengen erforderlich, allein auch dies nur in beschränktem Grade, da die Methoden der anorganisch-analytischen Chemie um so genauer sind.

Noch kann etwa der Zucker und der Harnstoff im Blute zuweilen quantitativ bestimmt werden; hierüber vergleiche man das Th. 2. S. 85 und Th. 1. S. 166 Gesagte.

Was endlich die Bestimmung des specifischen Gewichts betrifft, so werden wir unter „Harn" ausführlicher hierauf zurückkommen, wo wir die verschiedenen Methoden derselben prüfen werden. Rücksichtlich des Blutes sei aber nur so viel bemerkt, dass hier die Dichtigkeitsermittlung des fibrinfreien Cruors und des defibrinirten Blutes wegen der Klebrigkeit dieser Flüssigkeit und der im Blute suspendirten, besonders aber den Gefässen anhaftenden Luftbläschen sehr oft ans Unmögliche grenzt.

Ziehen wir nun alle diese Umstände und Uebelstände der chemischen Analyse in reifliche Erwägung, so dürfte unser Vertrauen selbst zu der relativen Richtigkeit der uns für jetzt vorliegenden Blutanalysen sehr wankend werden, ja wir möchten fast daran verzweifeln, den Schlussfolgerungen und Hypothesen, die man leichten Sinnes auf jene gegründet hat, noch irgend eine Gültigkeit zuzuschreiben. Erinnern wir uns ferner, dass in vielen Krankheiten, wo gerade

die Mischung des Blutes am meisten alterirt ist, aus Rücksichten der Humanität gute Analysen des Bluts nicht ausgeführt werden konnten, und dass man sich bei Mittheilung von Blutanalysen meist nur mit Angabe einer abstracten Diagnose begnügt hat, während der Verlauf des individuellen Krankheitsprocesses für die wissenschaftliche Beurtheilung von der höchsten Wichtigkeit ist: so wird man einer auf so schwachen Stützen ruhenden Humoralpathologie keinen grossen Beifall zollen können. Bedenkt man endlich, dass fast bei allen analysirten Blutarten das Ergebniss nicht auf eine neue Umwandlung, Entmischung oder Zersetzung des Blutes, nicht auf den Nachweis neuer heterogener Stoffe hinausging, sondern nur auf grössere oder geringere Schwankungen in den Verhältnissen der Hauptmischungstheile des Bluts, dass wir aber auch über diese, wie wir oben nachgewiesen, chemisch noch keineswegs in wünschenswerther und erforderlicher Weise aufgeklärt sind: so wird man nur die Kühnheit derer bewundern können, welche mit diesem kärglichen Material sich auf einen Standpunkt hinaufschwingen zu können wähnten, von dem aus sie das weite unerforschte Bereich der krankhaften Processe mit geistigem Auge beherrschen wollten. Wir wollen durchaus nicht verkennen, wie grossen Dank die Wissenschaft den Männern schuldet, die mit minutiöser Sorgfalt und aufopfernder Anstrengung die ausgedehntesten Untersuchungen durchgeführt haben: allein wir würden die Wissenschaft selbst fälschen, wenn wir uns nicht des wahren Werths jener Resultate bewusst würden.

Von der quantitativen Zusammensetzung des Blutes haben wir schon im Eingange dieses Abschnittes (S. 152) eine allgemeine Uebersicht zu geben versucht; betrachten wir nun die unter physiologischen und pathologischen Bedingungen wechselnden Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile.

Was zunächst das Verhältniss der Blutzellen (im morphologischen Sinne) zu der Intercellularflüssigkeit betrifft, so ist dieses allen Erfahrungen nach im normalen Zustande unter analogen physiologischen Verhältnissen nur geringen Schwankungen unterworfen. Beim erwachsenen, gesunden *Manne* findet man in 1000 Th. Blut durchschnittlich 512 Th. feuchter Blutkörperchen; die Schwankungen nach oben und unten übersteigen kaum die Zahl 40, so dass also 472 schon eine sehr niedrige, 542 aber eine sehr hohe Zahl für das Verhältniss der Zellen im Blute des Mannes anzeigen würde.

An sg. trocknen Blutkörperchen wurden nach den oben angedeuteten, verschiedenen Methoden gefunden: von *Prevost* und *Dumas* 129 p. m., von *Lecanu*[1]) 132,5, von *Andral* und *Gavarret*[2]) 127, von *Richardson*[3]) 134,8, von

1) *Lecanu*, Etudes chimiques sur le sang humain Paris. Novbr. 1837.

2) *Andral* und *Gavarret*, Recherches sur les modifications de quelques principes du sang etc. Paris 1842.

3) *Richardson*, Thomson's Record of general science. T. 4. p. 116 – 135.

Becquerel und *Rodier*[1]) 141,1, von *Nasse*[2]) 116,5, von *Popp*[3]) nur 120, von *Scherer*[4]) 112.

Kaum bedarf es wohl der Erwähnung, dass aus dem Verhältniss des Serums zum Blutkuchen kein Schluss auf das Verhältniss der Zellen zum Plasma zu ziehen ist; wir haben ja in dem Obigen die Senkungsfähigkeit der Blutkörperchen und andrerseits die Contractilität des Fibrins als so variable Grössen kennen gelernt, dass hieraus leicht zu ersehen ist, wie in einem voluminösen Blutkuchen doch wenige Blutkörperchen und in einem minder voluminösen doch verhältnissmässig viel Zellen enthalten sein können.

Im Blute der *Frauen* finden sich durchschnittlich viel weniger Blutzellen als in dem der Männer; noch mehr sinkt aber die Zahl der Blutkörperchen bei Frauen herab während der Schwangerschaft, vor dem Eintritte der Menstruation und nach dem gänzlichen Ausbleiben derselben in den spätern klimakterischen Jahren.

Die Ermittlung dieser Verhältnisse verdanken wir besonders *Becquerel* und *Rodier*, deren Durchschnittszahl für die Blutkörperchen des Frauenblutes = 127,2 ist. *Nasse* hat bei Versuchen mit Thierblut dieselben Resultate rücksichtlich der Verschiedenheit der Geschlechter erhalten.

Dass im *Blute verschiedener Thiere* die Zahl der Blutkörperchen verschieden sein würde, lies sich voraussetzen, und ist auch durch directe Untersuchungen von *Prevost* und *Dumas*[5]), *Berthold*[6]) und *Simon*[7]) erwiesen worden; in neuerer Zeit haben besonders *Nasse*[8]) sowie *Andral*, *Gavarret* und *Delafond*[9]) über diesen Gegenstand zahlreiche Untersuchungen angestellt. Die kaltblütigen Thiere scheinen diesen Untersuchungen nach sämmtlich weit weniger Blutzellen zu enthalten als die warmblütigen, die Vögel durchschnittlich mehr als die Säugethiere, die fleischfressenden aber nicht mehr als die pflanzenfressenden Säugethiere, am meisten aber das Schwein.

Nasse fand an trocknen Blutkörperchen im Blute des Schweins 145,5 p. m., in dem des Huhns 144,6, in dem der Gans 121,4, in dem des Hundes 123,8, in dem des Ochsen 121,8, in dem des Pferdes 117,1, in dem der Katze 113,4, in

1) *Becquerel* und *Rodier*, Recherches sur la composition du sang etc. Paris 1844.

2) *Nasse*, a. e. a. O.

3) *Popp*, a. e. a. O.

4) *Scherer*, a. e. a. O.

5) *Prevost* und *Dumas*, Bibliothèque nouvelle. T. 4. p. 125.

6) *Berthold*, Beiträge zur Zootomie u. s. w. Göttingen 1831.

7) *Simon*, Lehrb. d. Ch. Bd. 2. S. 235.

8) *Nasse*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 1. S. 138 u. Journ. f. prakt. Ch. Bd. 28. S. 146.

9) *Andral*, *Gavarret* und *Delafond*, Ann. de Chim. et de Pharm. 3me Sér. T. 8. Juillet 1842.

dem des Kalbes 102,5, des Schaafs 92,4 und der Ziege nur 86,0 p. m. Die durch die andern genannten Forscher erhaltenen Resultate sind nur unter sich vergleichbar, lassen aber keinen Vergleich mit andern zu. Merkwürdig ist, dass *Prevost* und *Dumas* im Blute der Landschildkröte sehr viel Blutkörperchen gefunden haben, ja mehr noch als in dem der Ente, des Raben und einiger Säugethiere; die Richtigkeit dieser Angabe verdient geprüft zu werden, da die Landschildkröten in zootomischer Hinsicht den Vögeln sehr nahe, die Seeschildkröten dagegen näher den Fischen stehen.

Dass im *Blute verschiedener Gefässe* die Menge der Blutkörperchen verschieden sein muss, lässt sich mit einiger Sicherheit voraussetzen; denn wenn z. B. die Harnsecretion lebhaft von Statten geht, so werden sicher im Nierenvenenblute relativ mehr Blutzellen gefunden werden als in dem Arterienblute derselben Organe. Da in der Milz wesentliche Veränderungen mit den Blutkörperchen vorgehen, so wird auch hier das Venenblut dieses Organs sich von dem Arterienblute desselben nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ betreffs der Blutzellen wesentlich unterscheiden. Im Allgemeinen enthält nach den Untersuchungen von *Mayen*, *Hering*, *Nasse* das Arterienblut weniger Blutkörperchen als das Venenblut. Im Pfortaderblute fand *Chr. Fr. Schmid* bei weitem weniger als im Jugularvenenblute; ich fand dagegen im Lebervenenblute nicht nur weit mehr als im Pfortaderblute, sondern auch als in dem der Jugularvene, Hohlvene und Milzvene.

Im Lebervenenblute eines Pferdes, welches 4 Stunden vor der Tödtung noch gefressen hatte, fand ich 743 p. m. feuchter Blutzellen, während in dem Blute desselben Thieres aus der äusseren Jugularvene = 592, in dem aus der Hohlader = 664, in dem aus der Pfortader = 573 und in dem der Milzvene nur 322 enthalten waren.

Dass *dürftige Nahrung* sowie *längere Entziehung aller Nahrungsmittel* die Zahl der Blutkörperchen beschränken, geht ebensowohl aus einzelnen Erfahrungen als aus analogen physiologischen Beobachtungen hervor.

Nach dem, was wir über die Function der Leber (Th. 2. S. 94) und über den Einfluss des Fettes auf die Zellenbildung (Th. 1. S. 276) gesagt haben, darf es uns nicht wundern, dass *Popp nach längerer Anwendung von Leberthran* die Zahl der Blutkörperchen und zwar die der farblosen vermehrt fand.

Dass wiederholte Blutentziehungen eine Verminderung der Blutkörperchen herbeiführen würden, liess sich erwarten, ist aber auch durch directe Untersuchungen von *Andral* und *Gavarret*, *Simon*, *Becquerel* und *Rodier*, *Zimmermann*, *Popp*, *Nasse* erwiesen worden.

Obgleich die Richtigkeit dieser Thatsache durch alle darüber angestellten Untersuchungen gewährleistet worden ist, so hat sich doch selbst keine auch nur ungefähre Proportion zwischen der Verminderung der Blutkörperchen und der Menge des entzogenen Bluts oder der Zahl der Aderlässe ausfindig machen lassen.

Nur wenn es gelingen sollte, die einzelnen Grössen aller coïncidirenden Momente genau zu bestimmen, dürfte man sich schmeicheln, eine bestimmte Proportion zwischen Abnahme der Blutzellen und dem Blutverluste selbst zu finden. Dass dies für jetzt nicht möglich ist, dürfte nicht schwer sein einzusehen: denn die Regeneration der Intercellularflüssigkeit wird in einem Falle (z. B. bei dürftiger Nahrung, bei bereits abgemagertem, heruntergekommenem Organismus) langsamer von Statten gehen, als in einem andern, und deshalb eine minder grosse Differenz zwischen Blutzellen und Plasma sich herausstellen; andrerseits könnte die Reproduction der Blutzellen unter besonders günstigen Verhältnissen rascher als gewöhnlich von Statten gehen, und darum würde man auch in einem solchen Falle ein minder ungünstiges Verhältniss zwischen Plasma und Zellen vorfinden. Endlich ist es auch denkbar, dass in einem Organismus die Blutzellen schneller als in einem andern zu Grunde gehen, und dadurch wiederum die Ermittlung dieses für die Physiologie sehr wichtigen Verhältnisses erschwert wird. Gewöhnlich hat man aber Versuche dieser Art während des Vorgangs krankhafter Processe angestellt, deren verschiedene Natur und Ablauf nicht in Rechnung zu bringen war.

Da die gefärbten Blutzellen, wie später nachgewiesen werden wird, aus den farblosen hervorgehen, so ist es nicht zu verwundern, dass man nach wiederholten oder sehr starken Blutentziehungen (*Remak*) die farblosen Zellen den gefärbten gegenüber erheblich vermehrt findet, oder wenigstens die farblosen in geringerem Grade vermindert, als die farbigen.

Auch in verschiedenen für sich aufgefangenen Portionen eines und desselben Aderlasses hat man nicht einmal ein constantes Verhältniss zwischen Blutzellen und Plasma gefunden. *Becquerel* und *Rodier* haben hierüber specielle Untersuchungen angestellt, sind aber auch hier zu keinem bestimmten Zahlenverhältnisse gelangt. In der grossen Mehrzahl der Fälle fand man in dem später ausfliessenden Blute die Blutkörperchen vermindert, zuweilen jedoch auch vermehrt. Man wird aber auch hierüber so lange im Dunkeln bleiben, als man noch in Unkenntniss ist über die physikalischen Verhältnisse zwischen der Blutmasse und der übrigen Säftemasse des thierischen Körpers.

Was nun die Zahl der Blutkörperchen in krankhaftem Blute betrifft, so sind wir auch hierin noch weit davon entfernt, für bestimmte physiologisch begreifbare Processe Bedingungsgleichungen der Vermehrung oder Verminderung derselben aufzustellen. Constant vermehrt fand man die Blutzellen in der sg. Plethora, bei minder vorge-

schrittenem Herzleiden, bei Spinalirritation (*Popp*), bei Cholera (*C. Schmidt*); es ist leicht begreiflich, dass eine Verminderung weit häufiger vorkommt, vorzüglich in allen anämischen Zuständen, wie sie nach reichlichen Diarrhöen, bei unversiegbaren Eiterungen, in Folge von langwierigen Wechselfiebern, von Typhus, nach massigen Exsudaten, wuchernden Aftergebilden, Hirnaffectionen, chronischen Metallvergiftungen und nach andern schweren Krankheiten einzutreten pflegen, kurz in allen solchen Fällen, wo die Bildung des Blutes geringer ist, als dessen Verbrauch. In der Chlorose, die eigentlich nichts als eine Anämie ist, deren nächste Ursachen man nicht kennt (daher spontane Anämie genannt), sind gewöhnlich die farbigen Blutzellen ausserordentlich vermindert, obgleich *Becquerel* und *Rodier* zwei Fälle dieser Krankheit beobachtet haben wollen, in welchen das chlorotische Blut reich an Körperchen war. Im Anfange des Typhus, den ersten 8 bis 10 Tagen, findet stets eine Vermehrung der Blutkörperchen statt, während nachher, wenigstens bis zum 21. Tage eine nicht unbedeutende Verminderung eintritt. In den übrigen Krankheiten sind die Schwankungen im Gehalte des Bluts an Körperchen nicht erheblich; auch sind in dieser Hinsicht die Resultate der Experimentatoren nicht sehr übereinstimmend; bei heftigen Entzündungen, Pneumonie und acutem Gelenkrheumatismus wurden jedoch von *Becquerel* und *Rodier* so wie von *Popp* die Körperchen übereinstimmend verringert gefunden.

Bei *Chlorose* hat man die Menge der trocknen Blutkörperchen auf 80, ja auf 46,2 p. m. herabsinken sehen. Bei *Spinalirritation* fand *Popp* wenigstens 120,5 p. m. (während nach *Popp* 120 das Mittel ist); im Maximum aber 140,5 p. m.; bei *Plethora* fand derselbe Forscher die Körperchen weit weniger vermehrt als bei Spinalirritation. *Schmidt*, der im normalen männlichen Blute 513 feuchte Blutzellen fand, sah die Zahl derselben in der Cholera auf 559 steigen; im weiblichen Blute (dessen Mittelzahl für die Blutkörperchen nach ihm etwa 400) ist, stieg die Zahl derselben auf 464. Diese nackten Ergebnisse der Analysen können aber so lange keinen physiologischen Werth erlangen, als nicht erwiesen ist, in welchen Fällen die Zunahme der Körperchen eine absolute und in welchen dagegen nur eine relative ist; für jetzt können wir fast nur errathen, in welchen Zuständen die Vermehrung der Blutzellen eine absolute, in welchen dagegen eine relative ist. In der Cholera ist das scheinbare Plus von Körperchen nur ein relatives; denn die vortrefflichen Untersuchungen *Schmidt's* und Andrer über das Cholerablut zeigen uns, dass das Blut in dieser Krankheit hauptsächlich Wasser und Salze verliert, dass das Serum demzufolge dichter wird, aber an Volumen verliert, und dass es deshalb in ein geringeres Verhältniss zu den Blutzellen treten muss; im Ganzen aber gehen nach *Schmidt's* Berechnung in der Cholera auch eine Menge Blutkörperchen zu Grunde, so dass

im Gesammtblute eines Gesunden absolut genommen weit mehr Blutzellen enthalten sind, als im Gesammtblute aus Cholerakranken.

In dem ersten Stadium (den ersten 8 Tagen) des Typhus, bei Plethora und Spinalirritation möchte man aber eine absolute Vermehrung der Zellen anzunehmen geneigt sein, wenigstens ist gerade in diesen Verhältnissen nirgends eine Ausscheidung des Serums oder einiger seiner Bestandtheile wahrzunehmen.

Wir unterlassen es, hier weiter in das Detail der Untersuchungen über das Verhältniss der Blutkörperchen zur Intercellularflüssigkeit in Krankheiten einzugehen, da die vorliegenden Untersuchungen noch keineswegs zu so abgerundeten und schlussfertigen Resultaten geführt haben, dass wir an diesem Orte, ohne tiefer in die einzelnen pathologischen Processe einzugehen, diese Gegenstände einer weitern Deduction zu unterwerfen wagten.

Ueber die Veränderungen, welche die Blutkörperchen selbst unter verschiednen physiologischen und pathologischen Verhältnissen, in ihrer chemischen Zusammensetzung erleiden, ist nur sehr wenig bekannt, da man bisher nicht die morphologischen Blutkörperchen in ihrer Constitution zu erforschen verstand, sondern sich nur darauf beschränkte, die oft erwähnten trocknen Blutkörperchen ohne Rücksicht auf das ihnen angehörige Wasser und die in ihnen enthaltenen löslichen Bestandtheile zu bestimmen. Wollte man den Versuch machen, aus den ältern Analysen diese Verhältnisse zu berechnen: so würde man, wo man nicht gänzlich an der Unmöglichkeit einer Berechnung scheiterte, doch sehr leicht zu Fehlschlüssen verleitet werden, da niemals alle Verhältnisse in Rechnung gezogen werden können bei den Folgerungen, die man aus einer Untersuchung ziehen will, welche aus einem ganz verschiedenen Gesichtspunkte angestellt worden ist. Wir halten wenigstens das Umrechnen der Analysen für eine höchst gefährliche Sache, sobald nicht wenigstens den umzurechnenden Analysen andre bereits nach bessern Methoden und dem neuen Gesichtspunkte ausgeführte zur Seite liegen. Es ist daher nur weniges, was die Wissenschaft jetzt sicheres besitzt über die Modificationen in der Zusammensetzung der Blutkörperchen.

Was zunächst den *Wassergehalt der Blutzellen* betrifft, so steht derselbe zweifelsohne in einem bestimmten Verhältnisse zum Wassergehalte des Serums; diess lässt sich leicht aus dem morphologischen Verhalten der Blutzellen bei Zusatz von Wasser, verdünnten oder concentrirten Salzlösungen ersehen. Die Blutzellen stehen auch in dieser Hinsicht in steter Wechselwirkung mit der Intercellularflüssigkeit. Dabei ist aber leicht einzusehen, dass die Bestandtheile der Blutzellen, da sie wesentlich verschieden von denen des Plasma sind, auch verschiedene Diffusionsäquivalente Wasser aufnehmen müssen, und

dass der Gehalt der Blutzellen an Wasser stets verschieden sein wird von dem Gehalte der Intercellularflüssigkeit an solchem. Wir haben schon oben aus *Schmidt's* Untersuchungen ersehen, dass die festen Bestandtheile der Blutzellen die des Serums fast um das Vierfache übertreffen d. h. wenn in 100 Th. Blutzellen 32 feste Theile enthalten sind, so finden sich in 100 Th. Serum wenig über 8 Th. fester Stoffe. Indessen geben die genauesten von *Schmidt* am Menschenblute und von mir am Pferdeblute ausgeführten Untersuchungen keineswegs ein constantes Verhältniss zwischen Wassergehalt der Blutzelle und Wassergehalt des Serums; diess war aber auch bei der verschiedenen chemischen Constitution der Blutzellen durchaus nicht zu erwarten. Es steht nur soviel fest, dass mit Abnahme des Wassers im Serum auch eine Abnahme desselben in den Blutzellen und mit Zunahme in jenem auch eine Vermehrung in diesen statt zu finden pflegt. Man hat aus den bisherigen namentlich mit krankem Blute angestellten Untersuchungen gewöhnlich den allgemeinen Satz ableiten zu dürfen geglaubt: der Wassergehalt des Blutes stehe im umgekehrten Verhältnisse zur Zahl der Blutkörperchen; es ist aus dem Angeführten leicht zu entnehmen, wie dieser Satz gedeutet werden muss, zumal da Ausnahmen genug von dieser Regel beobachtet werden; die Abnahme der festen Bestandtheile beschränkt sich in diesen Fällen nicht bloss auf die festen Stoffe der Blutzellen, sondern in entsprechender Proportion auf die des Serums. Es versteht sich aber bei einer absoluten Verminderung der Blutzellen und bei Vermehrung des Serums von selbst, dass das Blut in summa reicher an Wasser erscheinen muss, wenn die schwereren morphologischen Elemente in Abnahme sind. Wir werden beim Serum über die Verhältnisse Näheres angeben, welche einen grössern oder mindern Wassergehalt des Blutes bedingen.

Die Zusammensetzung der Blutkörperchen ist aber auch verschieden rücksichtlich ihrer nähern festen Bestandtheile. Wir haben gesehen, dass *Globulin* und *Hämatin* in den farbigen Blutzellen nicht in einem bestimmten Zahlenverhältnisse zu einander stehen. Das Hämatin der verschiedenen Thiere scheint nach *Mulder* vollkommen identisch zu sein, und man würde daher aus dem Eisengehalte der Blutkörperchen auf die Menge des Hämatins schliessen können. Nach *Schmidt's* theils directen Untersuchungen theils aus fremden Analysen abgeleiteten Berechnungen kommt im menschlichen Blute auf 1 Th. metallischen Eisens 230 (nach *Becquerel* und *Rodier* berechnet 251), im weiblichen Blute 229, im Blute des Ochsen 196,5, im Blute des

Schweins 223 und des Huhnes 307 Th. Blutkörperchen. Im ersten Stadium des Typhus, wo die Zahl der Blutkörperchen vermehrt ist, fand *Schmidt* jene Proportion = 1 : 220, also die Hämatinmenge vermindert; dagegen in Zuständen, wo die Zahl der Blutkörperchen vermindert ist, das Hämatin relativ vermehrt; denn das Verhältniss zwischen Eisen und trocknen Blutzellen fand er durchschnittlich bei Pneumonie = 1 : 248, bei Chlorose 1 : 269, in der Schwangerschaft = 1 : 249. Eben so machte *Schmidt* die oben berührte interessante Beobachtung, dass die Blutkörperchen nach wiederholten Aderlässen, wo das Blut wässriger wird, ärmer an Globulin und dagegen reicher an Hämatin werden.

Schmidt fand in Fällen, wo 3 Venäsectionen angestellt wurden bei Pneumonie (direct nach eigner Bestimmung), bei Tuberculose (nach *Becquerel* und *Rodier* berechnet) und in einem nicht specialisirten Falle (nach *Becquerel* und *Rodier* berechnet) folgenden Proportionen:

	Pneumonie	Tuberculose	Nicht specialisirt
1. Venäsection	248 : 1	256 : 1	252 : 1
2. —	233 : 1	252 : 1	247 : 1
3. —	221 : 1	234 : 1	212 : 1

Es steigt also bei auf einander folgenden Proportionen der relative Eisengehalt der Blutkörperchen. Die Deutung dieser Erfahrung ist sehr einfach: für das Hämatin ist allen Erfahrungen nach die Hüllenmembran der Blutzellen impermeabel, dagegen wird sie für den eiweissartigen Inhalt penetrabel sein; verliert nun das Blut feste Bestandtheile, so wird das Serum reicher an Wasser; es wird sich ein Diffusionsstrom einer verdünnteren Lösung in die Blutzelle hinein bilden, und dagegen ein concentrirterer aus der Blutzelle heraus; da nun Hämatin die Zellenwand nicht durchdringen kann, so muss der Verlust an festen Bestandtheilen, welchen die Blutzelle erleidet, hauptsächlich das Globulin treffen, und das Hämatin wird in ein solches Verhältniss zu Globulin + Hüllenmembran treten, dass es relativ vermehrt erscheint.

Im arteriellen Pferdeblute fand ich den Hämatingehalt der Blutzellen etwas grösser als in dem Blute der äussern Jugularvenen; dagegen war constant der Hämatingehalt der Blutzellen des Lebervenenblutes bei weitem geringer, als der des Pfortaderblutes.

Im arteriellen Pferdeblute wurde von mir das Verhältniss von Eisen zu trockenen Blutkörperchen = 1 : 394, in dem der Jugularvene = 1 : 390, in dem der Pfortader = 1 : 312 und in dem der Lebervenen = 1 : 500 im Mittel mehrerer Versuche gefunden. Der Mindergehalt der arteriellen Blutzellen an Hämatin gegenüber denen des Jugularvenenblutes ist nicht blos aus dem grössern Reichthum des arteriellen Blutes abzuleiten, sondern mehr noch und vielleicht ganz aus dem erheblichen Verluste an Fett, den die venösen Blutkörperchen beim Arteriellwerden d. h. durch die Respiration erleiden.

Wir haben schon oben, als wir von der Blutzellenbildung in der Leber sprachen, darauf aufmerksam gemacht, dass von dem Eisen, welches mit den Blutzellen der Pfortader der Leber zugeführt wird, ein kleiner Theil mit der Galle abgeschieden wird, dass aber der übrige Theil auf die in der Leber neu entstandenen Blutkörperchen sich gleichmässig zu vertheilen scheint, so dass das Eisen von 100 Blutkörperchen der Pfortader sich auf ungefähr 150 Blutkörperchen der Lebervenen ausbreitet; somit müssen die Blutzellen der Lebervenen ein Drittel Eisen weniger enthalten, als die der Pfortader.

Auch in dem Gehalte an *Fetten* müssen die Blutkörperchen Verschiedenheiten zeigen, da der Fettgehalt des Blutes bei verschiedenen Thieren und bei Menschen in verschiedenen Zuständen so ausserordentlich variabel ist. Ich habe in dieser Hinsicht besondere Aufmerksamkeit auf die Verschiedenheit des Fettgehalts der Blutkörperchen aus verschiedenen Gefässen eines und desselben Thieres gerichtet und gefunden, dass 100 Th. feuchter Blutzellen aus der Carotis eines Pferdes = 0,608 Th., aus der äussern Jugularvene = 0,652 Th., aus der Pfortader = 0,752 Th., aus der Lebervene = 0,684 Th. Fett im Mittel mehrerer Versuche enthielten. Diese Erfahrungen weisen wohl deutlich genug darauf hin, dass eine weitere Untersuchung dieses Gegenstandes noch die besten Aufschlüsse über die Fettmetamorphose und die Function der Blutzellen erwarten lässt. Es ist wenigstens, wie wir glauben, hierdurch der erste Schritt gethan, um auch eine chemische Umwandlung nachzuweisen, welche die Blutzellen in den Lungencapillaren durch den inspirirten Sauerstoff erleiden.

Dass die Blutkörperchen variable Mengen besonders *löslicher Salze* enthalten, geht schon aus *C. Schmidt's* oben angeführten Untersuchungen hervor, in welchen er die verschiedenen Proportionen der Kalisalze und Phosphate in den Blutzellen zu den Natron- und Chlorverbindungen des Serums für das Blut verschiedener Thierspecies ermittelte. Ich fand aber auch im Blute verschiedener Gefässe eines und desselben Thiers den Gehalt der Blutzellen an Salzen constant verschieden, so enthielten z. B. 100 gr. frischer Blutzellen aus der Temporalarterie eines Pferdes = 0,806 gr., aus der äussern Jugularvene = 0,632 gr., aus der Pfortader = 0,729 gr. und aus den Lebervenen = 0,893 gr. Salze (das Eisenoxyd der Asche abgerechnet). Es stellt sich also zwischen der Constitution der Zellen des arteriellen und venösen Blutes rücksichtlich des Salzgehaltes eine sehr erhebliche Differenz heraus; die des erstern enthalten mehr Salze, als die gewöhnlichen venösen Blutes. Auffallender ist aber noch das Verhältniss zwischen den Zellen des Pfortader- und Lebervenenblutes; denn während

das Serum des Pfortaderblutes bei weitem reicher an Salzen ist, als das des Lebervenenblutes, so tritt diese erhebliche Differenz im Salzgehalte der Zellen beider Blutarten um so mehr hervor.

Dass die arteriellen Blutzellen mehr Salze enthalten, als die venösen, ist wohl nur aus dem Verluste an andern Substanzen, namentlich Fett und vielleicht auch extractartigen Substanzen zu erklären, einem Verluste, den die venösen Blutzellen bei ihrem Durchgange durch das Lungencapillarnetz erleiden; die Zunahme der Salze beim Arteriellwerden der Blutzellen wird also wohl nur eine relative sein. Ganz anders verhält es sich mit dem Salzgehalte der Zellen des der Leber zufliessenden und abströmenden Blutes. Werden in der Leber, wie wir diess aus unsern Untersuchungen mehr als wahrscheinlich gemacht zu haben glauben, wirklich neue Blutkörperchen gebildet, so geht aus jener Thatsache hervor, dass die jüngern Blutkörperchen mehr Salze und weniger Hämatin, als die ältern Zellen des Bluts aus andern Gefässen enthalten, und dass eine gewisse Menge Salze aus dem Serum der Pfortader in die Blutzellen der Lebervene übergegangen sind. Diese Vermehrung der Salze in den Blutzellen des Lebervenenblutes erstreckt sich hauptsächlich auf Phosphate und Chlorverbindungen, wie ich in 3 vergleichenden Untersuchungen constant gefunden habe. In 100 Th. frischer Blutzellen des Pfortaderblutes fand ich durchschnittlich 0,1593 Th. Chlor und 0,0578 Th. an Alkalien gebundener Phosphorsäure, in 100 Th. der Lebervene aber 0,1796 von jenem und 0,0611 von dieser.

Hauptsächlich hat aber *Schmidt* durch seine Untersuchungen über die Constitution des Blutes bei *excessiven Transsudationsprocessen* diesen Gegenstand beleuchtet, und die Verschiedenheit des Gehalts der Blutzellen an Salzen dargethan. In der Cholera, wo durch die excessive Darmcapillartranssudation das Blut neben Wasser sehr grosse Verluste an Salzen erleidet, werden auch die Blutkörperchen in Mitleidenschaft gezogen. Die Intercellularflüssigkeit verliert besonders viel Wasser und Chlornatrium; rückwirkend entzieht diese den Blutzellen nicht nur einen Theil ihres Wassergehalts, sondern auch einen Theil ihrer Salze; da Kaliumverbindungen und Phosphate in den Blutzellen vorwalten, so gehen vorzugsweise diese in das Plasma über, und man findet daher im Serum des Choleráblutes mehr von diesen Verbindungen als in dem des gesunden Blutes. Die Blutkörperchen werden daher während der Cholera relativ reicher an fester organischer Materie, verlieren aber einen Theil der ihnen zukommenden löslichen Salze. *Schmidt* fand in der Blutzelle des gesunden Blutes das Verhältniss von Wasser zu den festen Bestandtheilen = 2,14 : 1, in der des Cholerablutes = 1,77 : 1; das Verhältniss der organischen Bestandtheile zu den anorganischen in den Zellen gesunden Blutes = 40 : 1, in denen des Cholerablutes = 58 : 1. Ein analoges nur

graduell verschiednes Verhältniss fand übrigens *Schmidt* auch im Blute nach Anwendung drastischer Laxanzen, da hier der mechanische Stoffwechsel ganz dem des Choleraprocesses entspricht. In andern Transsudationsprocessen, wo sich der Verlust, den das Blut erleidet, hauptsächlich auf die Albuminate, also auf die organischen Materien, bezieht (Dysenterie, Bright'sche Krankheit, Wassersucht aus verschiedenen Ursachen), hat *Schmidt* gerade entgegengesetzte Verhältnisse gefunden; so wie in dem Plasma die organischen Materien abnehmen, das Verhältniss der mineralischen aber zum Wasser sich ziemlich gleich bleibt, so auch in den Blutzellen. Das Verhältniss des Wassers zu den festen Bestandtheilen in den Blutzellen kann auf 2,4 : 1 kommen, das Verhältniss der organischen Stoffe aber zu den anorganischen auf 28 : 1. Die Salze bleiben aber nach *Schmidt's* Untersuchungen in der Zelle solchen Blutes in demselben Verhältnisse zu einander, wie in der des gesunden Blutes.

Rücksichtlich der sg. *Extractivstoffe* der Blutzellen ist nur wenig Positives bekannt; in 100 Th. frischer Blutzellen des Pfortaderbluts von Pferden fand ich durchschnittlich 0,482 Th. in denen des Lebervenenbluts aber 0,988 Th. salzfreier Extractivstoffe. In weit höherm Grade werden wir diese Stoffe in der Intercellularflüssigkeit des Lebervenenblutes gegenüber der des Pfortaderblutes vermehrt finden.

Die farblosen Blutkörperchen stehen im gesunden Blute der Zahl nach zu den gefärbten (nach *R. Wagner*) in dem Verhältniss von 1 : 8. Da die rothen Körperchen durch Zusatz von Wasser zum Blute unsichtbar gemacht werden, so kann man auf diese Weise ihre Menge annäherungsweise bestimmen, in der Entzündungscruste dagegen am besten durch Essigsäure, von welcher das Fibrincoagulum unter dem Mikroskop ganz durchsichtig und die darin eingebetteten Zellen weit deutlicher erkennbar gemacht werden. Während der Verdauung nimmt ihre Menge im Blute erheblich zu; beim Hungern verschwinden sie dagegen fast ganz, wie man wenigstens an hungernden Fröschen beobachten kann. Von einer Verminderung derselben sind sonst weniger Fälle bekannt, als von einer Vermehrung. *Remak* hob ihre ausserordentliche Vermehrung nach starken Blutverlusten hervor. Nach *Nasse* und *Popp* vermehren sie sich in Pneumonien und bei Tuberculose oft erheblich, aber nicht constant; in Typhus und Chlorose scheinen sie weder eine merkbare Vermehrung noch Verminderung zu erleiden. In der Pyämie sind diese Zellen im Blute allerdings oft sehr vermehrt, obwohl man auf diese Vermehrung mehr aus den sg. meta-

statischen Abscessen geschlossen, als sie direct beobachtet hat. Indessen kommt zuweilen in Zuständen, wo an eine sg. Eiterresorption nicht zu denken ist, z. B. bei mit Ausschlägen behafteten Hunden, im Blute eine ausserordentlich grosse Menge farbloser Körperchen vor.

Wir gehen nun zur Betrachtung der Modificationen in der chemischen Zusammensetzung der Intercellularflüssigkeit über, wie sie unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen gefunden worden ist, und suchen auch hier diese nach der Zu- oder Abnahme der einzelnen Bestandtheile vor Augen zu führen. Wir beginnen daher mit dem Faserstoffe, von dem jedoch das Wichtigste bereits früher (Th. 1. S. 367) mitgetheilt worden ist. Wir haben daher hier nur noch weniges hinzuzufügen.

Ueber die quantitative Differenz des Faserstoffs im *Venen-* und im *Arterienblute* ist man bis heute noch nicht völlig einig; doch stimmen *Lecanu* und *Nasse* darin überein, dass das Arterienblut reicher an Fibrin ist, als das Venenblut; auch meine Versuche am Pferdeblute stimmen damit überein; ich fand im Arterienblute = 6,814 p. m., im Jugularvenenblute = 5,384 p. m. Fibrin; während aber der Fettgehalt der Blutzellen und der des Serums in beiden Blutarten verschieden war, fand ich denselben im arteriellen und im venösen Fibrin fast vollkommen gleich (nämlich = 2,154 % im venösen und 2,168 % im arteriellen, trocknen Fibrin); in dem des Arterienblutes fand ich etwas mehr Asche (= 2,172 %) als in dem des Venenblutes (= 1,907 %). Das Fibrin des Arterienblutes gerinnt aber schneller als das des Venenblutes. In beiden Blutarten entsteht, wenn sie vom Pferde herrühren, in der Regel eine oberflächliche Fibrinschicht, diese ist aber viel bedeutender beim venösen Blut und mehr vom Blutkuchen abgegrenzt, als beim arteriellen, was hier also wohl hauptsächlich vom schnellern Gerinnen des arteriellen Fibrins abhängig ist; weniger von der langsamern Senkung der Zellen des arteriellen Blutes, denn diese sind specifisch schwerer (weil ärmer an Fett und reicher an Hämatin) als die venösen Blutkörperchen und sollten sich daher schneller senken.

Was den Unterschied im Faserstoffgehalte des *Pfortaderblutes* und des *Lebervenenblutes* betrifft, so ist schon oben erwähnt worden, dass ich im Pfortaderblute 4 bis 6 % Fibrin gefunden habe, während im Lebervenenblute sich nur Spuren oder gar kein eigentliches Fibrin vorfinden. Im Faserstoff des Pfortaderblutes fand ich 6,1 bis 7,8, *Fr. Chr. Schmid* 7,4 bis 8,7 % Fett.

Schmid beschreibt das Fibrin des Pfortaderblutes als eine schmierige, schleimartige oder gallertartige Masse; bei Pferden, die 5 bis 10 Stunden vor der Tödtung gefressen hatten, fand ich dasselbe ganz so beschaffen, wie im Jugularvenenblute; auch bildete es im geronnenen Pfortaderblute stets eine sehr dichte und consistente Cruste; so habe ich auch eine leichtere Löslichkeit dieses Fibrins in Salpeterwasser nicht finden können.

Wir wenden uns nun zur Betrachtung der Bestandtheile des Serums und zwar zuvörderst des Wassergehalts desselben in verschiedenen Zuständen. Auch über diesen Gegenstand verdanken wir vorzüglich *Nasse* die genauesten Angaben. Es bedarf hier nicht einer Wiederholung des bereits oben Erwähnten, dass der Wassergehalt des Serums sich auch auf den der Blutzellen reflectirt, und dass somit die folgenden Angaben über die Zunahme oder Abnahme des Wassers gleichzeitig auch auf das Gesammtblut bezogen werden können. Alle Experimentatoren ohne Ausnahme stimmen darin überein, dass das Blutserum der *Frauen* wasserreicher ist als das der *Männer;* diess hat z. B. auch die neueste Vergleichung beider Blutarten von *Schmidt* bestätigt; derselbe fand im Serum männlichen Blutes = 90,884 %, in dem weiblichen Bluts = 91,715 % Wasser. In der *Schwangerschaft* wird das Blut noch reicher an Wasser. Das Blutserum der *Placenta* enthält nach *Poggiale*[1]) weniger Wasser, als das der *Neugebornen;* das Blut der Neugebornen aber wiederum weniger, als das Erwachsener; im höhern Alter, namentlich im Greisenalter, nimmt der Wassergehalt wieder erheblich zu. *Nasse* hat dagegen das Blut des Embryo reicher an Wasser gefunden als das des Mutterthiers.

Bei *Thieren* ist der Wassergehalt des Serums und Blutes ebenfalls ziemlich verschieden; *Prevost* und *Dumas*, *Berthold*, *Nasse* und neuerdings *Poggiale* haben grössere Reihen von vergleichenden Untersuchungen angestellt; trotz mancher Differenzen im Einzelnen stimmen die Resultate dieser Beobachter darin überein, dass das Blutserum der Amphibien den höchsten Wassergehalt hat, das der Vögel aber durchschnittlich einen höhern als das der Säugethiere, dass aber unter den Säugethieren das Blutserum der Schweine am wenigsten, das der Ziegen und Schafe am meisten Wasser enthält.

Berücksichtigen wir den Wassergehalt des Blutserums *verschiedener Gefässe*, so ergiebt sich folgendes wenigstens als Regel: das Serum des Arterienblutes ist (trotz der entgegengesetzten Behauptung

1) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25. p. 198—201.

von *Lecanu* und *Letellier*) nach den Erfahrungen der meisten Beobachter wässriger und daher specifisch leichter, als das des Venenblutes; ich fand erst jüngst in dem Serum des Bluts aus der Temporalarterie eines Pferdes 89,333 %, in dem aus der äussern Jugularvene 86,822 % Wasser. *Zimmermann*[1]) fand das Serum aus Venen der hintern oder untern Extremitäten (bei Menschen und Thieren) ärmer an Wasser, als das der vordern oder obern.

Das *Pfortaderblutserum* ist nach den übereinstimmenden Erfahrungen von *Schultz*, *Simon*, *Fr. Chr. Schmid* reicher an Wasser, als das anderer Venen; diess hängt meinen Erfahrungen nach ebensowohl davon ab, ob die Thiere gerade in der Verdauung begriffen waren, als davon, ob sie vor der Tödtung viel Flüssigkeit zu sich genommen hatten oder nicht. Ich fand unter diesen verschiedenen Verhältnissen 92,342 % bis 88,684 % Wasser im Serum des Pfortaderbluts. Das Serum des Lebervenenblutes ist stets weit reicher an festen Bestandtheilen, als das des Pfortaderblutes; ich fand den Wassergehalt desselben in 5 Fällen nur schwankend zwischen 89,420 % und 89,298 %; eine Erfahrung, auf deren Wichtigkeit für die Leberfunction wir schon in dem Obigen (S. 96) aufmerksam gemacht haben.

Diess veranlasst uns, auf das Verhältniss des Wassergehalts des Serums und des Blutes im Allgemeinen zu der Zahl der Blutkörperchen zurückzukommen. Es ist eine auffallende Erscheinung, dass *gewöhnlich* ein Blut, dessen Serum viel Wasser enthält, desto weniger Blutzellen führt; diese Erfahrung machen wir ebensowohl am Blute unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen (ja selbst an dem aus verschiedenen Gefässen), sondern besonders auch an krankhaftem Blute; demnach wird das Blut, je reicher es an Wasser ist, auch desto mehr Serum oder Intercellularflüssigkeit enthalten; diess ist jedoch eine Regel, keineswegs ein Gesetz; denn es kommen nicht blos Ausnahmen hiervon vor, sondern es lässt sich auch selbst nach den genauesten in Bezug hierauf angestellten Analysen durchaus nicht etwa eine generelle Gleichung für dieses Verhalten aufstellen. So können z. B. im Lebervenenblute neben 100 Th. eines Serums, welches 89,3 bis 89,4 % Wasser enthält, ebensowohl 137 als 351 Th. frischer Blutzellen vorkommen. In krankhaftem Blute stossen wir auf ähnliche Fälle noch viel häufiger. Es hängt also die eine Eigenschaft des Blutes

1) *Zimmermann*, Arch. f. phys. Hlk. Bd. 6. S. 587—600.

wohl nicht von der andern ab, sondern es sind coordinirte Erscheinungen, d. h. die Bedingungen, welche auf eine Verminderung der festen Bestandtheile des Serums hinwirken, pflegen meistens gleichzeitig auch eine Verminderung der farbigen Blutzellen herbeizuführen.

Ob reichliches Getränk eine zeitweilige Vermehrung des Wassergehalts des Serums hervorbringe, lässt sich gewiss sehr schwer nachweisen, da ein wirklicher Ueberschuss von Wasser aus dem Blute so schnell entfernt wird. *Schultz*[1]) glaubt sich durch directe Versuche an Ochsen von einer Vermehrung des Wassergehalts im Blute nach reichlicherer Aufnahme von Wasser überzeugt zu haben; *Denis* läugnet dagegen diese Erfahrung, wenigstens beim Menschen. Dass dagegen bei Entziehung eigentlicher Nahrungsstoffe das Serum eine Verminderung an festen Bestandtheilen erleiden und dennoch eine Zunahme von Wasser eintreten wird, war zu erwarten, und bestätigt sich durch alle Untersuchungen, die mit dem Blute Gesunder oder Kranker angestellt wurden, wenn diese sich längere Zeit aller Nahrungsmittel enthalten oder nur kärgliche Nahrung zu sich genommen hatten.

Da in der grossen Mehrzahl von *Krankheiten* die Aufnahme von Nahrungsmitteln wegen Appetitlosigkeit oder ärztlich verordneter Diät sehr beschränkt, die Verdauung gestört ist, die Resorption von Nahrungsmitteln nur unvollkommen von Statten geht oder endlich wesentliche Nährstoffe durch profuse Excretionen, durch starke Säfteverluste (auch wohl wiederholte Aderlässe) u. s. w. verloren gehen, so muss bei unvollkommnem Wiederersatz des normaler oder abnormer Weise untergegangenem Stoffes immer eine Armuth an festen Bestandtheilen im Blute eintreten. Deshalb lauten die Analysen des Blutes von den meisten Krankheiten dahin, dass es specifisch leichter, d. h. ärmer an festen Bestandtheilen befunden worden ist, als normales Blut. Diese Armuth des Blutes an festen Bestandtheilen ist in der Regel nicht mit einer Verminderung der Gesammtmasse oder des Volumens des in den Gefässen kreisenden Bluts verbunden; denn wir werden bei der Betrachtung des mechanischen Stoffwechsels zu dem Resultate gelangen, dass das Blut fortwährend sein ursprüngliches Volumen zu erhalten sucht, so lange nicht der ganze Mechanismus gestört ist. Wenn daher in Krankheiten dem Blute feste Stoffe entzogen und nicht wieder ersetzt werden, so erscheint dasselbe nicht nur wässriger, weil es weni-

1) *Schultz*, Hufelands Journ. 1838. H. 4. S. 291.

ger feste Bestandtheile zurückgehalten hat, sondern auch weil es noch mehr Wasser aufgenommen hat, als es im normalen Zustande enthielt. Der Wassergehalt des Blutes ist in solchen Zuständen nicht blos relativ, sondern auch absolut vermehrt. Schon im Beginn der meisten, namentlich acuten Krankheiten finden wir das Blut wässriger (mit Ausnahme der ersten 10 Tage des Typhus, des ersten Stadiums des Scharlachs und der Masern und der Cholera); allein nicht selten finden wir dabei das Serum dichter und reicher an festen Bestandtheilen oder wenigstens ebenso, wie bei normaler Mischung. Es muss hieraus geschlossen werden, dass nach dem ersten Auftreten gewisser Krankheiten zunächst die Blutkörperchen in grösserer Zahl zerstört oder wenigstens nicht hinreichend wieder ersetzt werden, dass deren Umwandlungsproducte im Serum einige Zeit verweilen und somit dessen feste Bestandtheile vermehren oder wenigstens dessen Verlust an solchen wieder ausgleichen. Im weitern Verlaufe der acuten Krankheiten (mit Ausnahme der Cholera) werden stets auch die festen Bestandtheile des Serums vermindert und sein specifisches Gewicht sinkt mehr oder weniger unter das normale. Hiervon machen nur der acute Gelenkrheumatismus, das einfache Erysipelas und die Puerperalperitonitis eine Ausnahme; in diesen Krankheiten nehmen nämlich die Blutkörperchen ausserordentlich ab, so dass das Gesammtblut wässriger erscheint, während das Serum dichter wird und mehr feste Bestandtheile enthält, als im normalen Zustande.

Man hat nun gewisse chronische Zustände, welche sich in Folge von schweren acuten Krankheiten, hauptsächlich aber solchen, die mit bedeutenden Säfteverlusten, colliquativen Ausleerungen oder vollkommen gestörter Ernährung verbunden sind, mit dem Namen *Anämie* und *Hydrämie* belegt. Die Begriffe, welche man mit diesem Namen verbunden hat, sind oft mit einander verwechselt worden, und an sich zum Theil weder logisch noch factisch wohl begründet. Man hat zunächst die Krankheitsform, welche man Chlorose zu nennen pflegt, mit jenen beiden Zuständen und namentlich mit der Anämie zusammengeworfen; soll aber unter Anämie eine absolute Verminderung des Bluts und seiner festen Bestandtheile verstanden werden, so gehört die Chlorose nicht zu den anämischen Zuständen; denn abgesehen von den pathologischen Gründen, so spricht auch die chemische Zusammensetzung des Blutes dagegen; denn in diesem ist nur die Zahl der Blutkörperchen vermindert, nicht aber das Gesammtvolumen des Bluts und nicht der Gehalt des Serums an festen Bestandtheilen. *Bec-*

querel und *Rodier*[1]) haben neuerdings dem Blutserum in verschiedenen Krankheiten eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und dabei das Serum Chlorotischer von ganz normaler Constitution gefunden. Sollte Plethora wirklich von einer absoluten Vermehrung des in den Gefässen kreisenden Blutes herrühren, so würde auch die bei Chlorose nicht allzu selten vorkommende Plethora gegen jede Identificirung der Begriffe Chlorose und Anämie sprechen. Ob eine wahrhafte Verminderung der gesammten Blutmasse vorkomme, ist wissenschaftlich nicht bewiesen und aus den Sectionsbefunden keineswegs zu schliessen; kommt daher eine wahrhafte Blutverminderung nicht vor, so würde der Begriff Anämie mit dem der Hydrämie vollkommen zusammenfallen; am Krankenbette wird er aber sicherlich in den meisten Fällen mit Hydrämie verwechselt. Die Ursachen der Hydrämie, d. h. eines grossen Wasserreichthums des Blutes und des Serums insbesondere, sind aus dem Obigen ersichtlich. So wie Hydrops nur die Folge des Leidens gewisser Organe ist, so auch Hydrämie; denn die eine folgt der andern mit Nothwendigkeit, da rein physikalische Gesetze die eine wie die andere bedingen; wird das Blut wässriger, so transsudirt das Eiweiss leichter durch die Capillaren dieser oder jener Organe, besonders dort, wo die Blutbewegung etwas gehemmt ist, daher Oedem der Füsse so häufig; geht Eiweiss durch den Harn, so wird das Blut ärmer an festen Bestandtheilen und das Serum transsudirbarer, daher der Bright'schen Krankheit steter Begleiter Hydrops ist. Tritt dagen Hydrops eher auf als Hydrämie, so wird letztere die nothwendige Folge des erstern sein, wenn reichliche Eiweisstranssudate das Blut wasserreicher machen, ohne dass dieses genügenden Ersatz an Nährstoffen von aussen erhält (*C. Schmidt*[2]).

Eine entschiedene und zwar absolute *Verminderung des Wassers* im Serum und Blute überhaupt wird eigentlich nur in der Cholera beobachtet, hierin stimmen alle Beobachter ohne Ausnahme überein; aus der wässrigen Beschaffenheit der Choleradejectionen, welche oft nur 0,3 bis 0,5 % feste Bestandtheile enthalten, ist jene Erfahrung leicht erklärlich.

Ausser den oben erwähnten Fällen von acutem Gelenkrheumatismus, Puerperalperitonitis und Erysipelas kommt eine Verminderung des Wassers des Serums, und zwar nur eine relative, bei chronischen

1) *Becquerel* und *Rodier*, Gaz. de Paris. No. 33 et 36. 1846.

2) *C. Schmidt*, Characteristik der Cholera. S. 116—151.

Herzkrankheiten vor. Sind aber bereits hydropische Erscheinungen eingetreten, so findet man das Serum stets reicher an Wasser als im normalen Zustande.

Ehe wir diesen Gegenstand verlassen, müssen wir bemerken, dass man neben dem Satze: das Wasser des Blutes stehe im umgekehrten Verhältnisse zu den Blutkörperchen, auch den Aphorismus aufgestellt hat: der Wassergehalt des Blutes sei direct proportional dem Gehalte desselben an Faserstoff. Zunächst müssen wir bemerken, dass diese Behauptung nicht wörtlich, d. h. nicht in mathematischem Sinne, zu nehmen ist, d. h. an eine durch eine Formel ausdrückbare Gleichung ist nicht zu denken. Vergleicht man die vorliegenden genauesten Analysen, so finden wir ebenso häufig den Faserstoff weit mehr in Zunahme, als die festen Bestandtheile des Blutes und des Serums in Abnahme, und ebenso oft die letztern weit mehr abgenommen, als den Faserstoff vermehrt. Es ist daher auch nicht möglich gewesen, die Vermehrung des Fibrins in Entzündungen aus der Abnahme des Albumins direct abzuleiten, d. h. die Zunahme des Faserstoffs durch eine zu jähe Umwandlung des Albumins in Fibrin zu erklären, wie man diess wohl versucht hat. Jener Satz lässt sich nur so fassen: in denjenigen physiologischen und pathologischen Zuständen, welche von einer grössern oder geringern Vermehrung des Faserstoffs begleitet sind, pflegt man bei gleichzeitiger Abnahme der farbigen Blutkörperchen das Wasser des Bluts in sehr verschiedenem Grade vermehrt zu finden, keineswegs aber immer auch das Wasser des Serums; denn z. B. im acuten Gelenkrheumatismus, wo das Fibrin oft so sehr vermehrt ist, finden wir im Gegentheil den Wassergehalt des Blutes (relativ zu der Menge fester Serumbestandtheile) vermindert; bei Hydrämie ist der Wassergehalt des Serums ausserordentlich vermehrt, während das Fibrin kaum die normalen Grenzen überschreitet.

Gehen wir zu dem Albumin über, von dessen Vorkommen und Verhalten im Blute im Allgemeinen schon (Th. 1. S. 351) die Rede gewesen ist.

Der Eiweissgehalt des Serums pflegt in der Regel mit den übrigen festen Bestandtheilen desselben zu- und abzunehmen; doch sind leider die meisten Blutuntersuchungen nur auf die Bestimmung des festen Serumrückstandes beschränkt, so dass über das Verhältniss desselben zum Albumingehalte oft gar nichts ermittelt ist; ja die meisten Untersuchungen krankhaften Bluts sind (bis auf die von *Scherer* und *C. Schmidt*) nicht recht schlussfertig, nicht blos weil die Bestim-

mungsweise des Albumins eine unpassende war, sondern auch, weil man das Verhältniss der Intercellularflüssigkeit zu den Blutzellen zu wenig berücksichtigte oder nicht genau zu erforschen verstand. Um einen wissenschaftlichen Schluss aus solchen Untersuchungen ziehen zu können, reicht es keineswegs blos hin, eine absolute oder relative Vermehrung oder Verminderung nachzuweisen; es ist vielmehr nothwendig, speciell zu ermitteln, in Bezug auf welche Bestandtheile des Blutes eine Zunahme oder Abnahme des Albumins stattgefunden hat; erst wenn diese an sich höchst wichtigen Verhältnisse bis ins Detail verfolgt sind, lässt sich durch Induction eine Folgerung auf die Art der pathologischen Umwandlungen begründen. Ein solches nach allen Richtungen hin ausgedehntes Studium der quantitativen Verhältnisse des Albumins im krankhaften Blute wird erst der Schlüssel, durch den wir eine wahre Humoralpathologie eröffnen können; gehen doch zweifelsohne vom Albumin alle Metamorphosen im Blute aus. Denken wir nur daran, durch wie vielfache Verhältnisse die Zahl des Albumins im Blute verändert werden kann, z. B. durch Vermehrung oder Verminderung des Serums, durch Zunahme und Abnahme von Wasser nicht blos, sondern auch von Salzen oder Extractivstoffen, durch Aufnahme von Albumin aus der übrigen Säftemasse oder durch Verluste von solchen durch Exsudate oder reichliche Excrete, durch reichliche Nahrung, durch Aufnahme von Bestandtheilen untergegangener Blutzellen u. s. w. Man überschaue die Analysen, wo der Eiweissgehalt des Blutes wirklich nach einer guten Methode bestimmt ist, und man frage sich, ob man darnach jene Fragen zu beantworten sich erkühnt.

Der Albumingehalt des Venenblutes nimmt während der Verdauung bedeutend zu.

Im Serum des Jugularvenenblutes fand *Fr. Chr. Schmid* bei Pferden, welche längere Zeit vor dem Tödten *gehungert* hatten, durchschnittlich = 6,68 %, bei solchen, welche vor der Tödtung gefüttert worden waren, = 9,08 %.

Im *arteriellen* Blute ist weniger Albumin enthalten als im *venösen*; dies fand schon vor längerer Zeit *Fz. Simon*. Im Serum venösen Pferdeblutes bestimmte ich 11,428 % und in dem des arteriellen 9,217 % Albumin. Im Serumrückstande des venösen Blutes kamen aber auf 100 Th. Albumin 15,3 Extractivstoffe und Salze, im arteriellen dagegen auf 100 Th. Albumin 15,7 Extractivstoffe.

Das Serum des *Pfortaderblutes* pflegt ärmer an Albumin zu sein, als das des Jugularvenenblutes; *Schmid* fand in dem von hungernden

Pferden durchschnittlich = 5,19 %, in dem von gesättigten = 6,71 % Albumin; ich bei Pferden 5 und 10 Stunden nach der Fütterung zwischen 6,015 bis 6,997 %. Im festen Rückstande des Pfortaderblutserums verhält sich meinen Untersuchungen nach (5 St. nach der Fütterung) das Albumin zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100 : 22,5.

Der Gehalt des *Lebervenenblutserums* an Albumin bei Pferden, mochten dieselben 5 oder 10 Stunden vorher gefüttert worden sein, schwankte nur zwischen 10,487 % und 10,702 %; das Serum des Lebervenenbluts ist also bei weitem reicher an Albumin als das der Pfortader und der Jugularvene; vergleicht man aber die andern festen Bestandtheile des Serums mit dem Albumin, so findet sich eine Verminderung des Albumins im Serum der Lebervene gegenüber dem der Pfortader; denn während ich in letzterer das Verhältniss von Albumin zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100 : 22,5 fand, war es in dem der Lebervene constant = 100 : 38,4. Dass aber das Albumin im Lebervenenblute nicht blos relativ, sondern auch absolut vermindert ist, geht auch aus der Zusammensetzung des Gesammtblutes hervor; im Pfortaderblute findet sich weit mehr Serum als im Lebervenenblute, so dass ich durchschnittlich das Verhältniss von Albumin des Pfortaderblutes zu dem der Lebervene = 3 : 2 fand.

Wenn die Intercellularflüssigkeit von 1000 Th. Pfortaderblut = 24,453 Th. Albumin enthielt, so wurden in der der Lebervene = 16,553 Th. gefunden; (= 100 : 67,7), in einem andern Falle war das Verhältniss = 29,606 : 19,806; (= 100 : 66,9), in einem dritten Falle (10 St. nach dem Füttern) = 44,330 : 32,447 (= 100 : 73,1). Es kann also diesen Zahlen nach nicht bezweifelt werden, dass in der Leber durchschnittlich 30,2 % des diesem Organe zugeführten Albumins in andere Substanzen umgewandelt und wohl vorzugsweise zur Zellenbildung verwendet werden.

Dass *Simon*[1]) im Lebervenenblute so wenig Blutkörperchen gefunden hat, liegt lediglich an der vom ihm angewendeten, analytischen Methode.

Den Albumingehalt des Serums hat man in folgenden *Krankheiten* vermindert gefunden: in einfachen ephemeren und remittirenden Fiebern (nur wenig vermindert), bei heftigen Entzündungen im spätern Verlaufe des Typhus (*Becquerel* und *Rodier*), erheblich vermindert bei Scorbut (*Andral* und *Gaverret*, *Becquerel* und *Rodier*, *Favre*[2]), bei Malaria (*Salvagnoli* und *Gozzi*[3]), Puerperalfieber (*Scherer*)[4]), in

1) *Simon*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 22. S. 118.
2) *Favre*, Compt. rend. T. 25. p. 1136.
3) *Salvagnoli* und *Gozzi*, Gaz. di Milano. No. 30. 1843.
4) *Scherer*, Untersuchungen etc. S. 74—96.

Dysenterie (*Leonard* und *Folley*[1]), *C. Schmidt*) in Bright'scher Krankheit und Hydrops aus verschiedenen organischen Leiden (nach frühern Forschern besonders genau von *C. Schmidt* nachgewiesen). Vermehrt wurde der Albumingehalt des Serums gefunden: bei intermittirenden Fiebern (*Becquerel* und *Rodier*), nach drastischen Laxanzen und in der Cholera (*C. Schmidt*).

Auf den *Fettgehalt* des Serums ist im Allgemeinen nur ein geringerer Werth gelegt worden, und wir wissen daher bei dem Mangel guter positiver Unterlagen nur sehr wenig über die wechselnden Verhältnisse dieser Stoffe in physiologischen und pathologischen Zuständen. In den meisten Fällen, wo eine Bestimmung des Fettes vorgenommen wurde, ist der Fettgehalt des Gesammtblutes ermittelt worden, so dass über dessen Vertheilung auf Blutzellen und Serum nicht viel vorliegt.

Der Gehalt des normalen Blutserums an Fett beträgt nach den Erfahrungen von *Simon, Nasse*, *Becquerel* und Anderen ungefähr 0,2 %, und 2,22 % des festen Serumrückstandes.

Ueber den Fettgehalt des Blutes im Allgemeinen vergleiche man Th. 1. S. 236.

Obgleich der Genuss von Fett nach den früher erwähnten Untersuchungen von *Boussingault* keine Vermehrung des Fettes im Blute hervorzubringen scheint, so ist doch die Nahrung nicht ohne Einfluss auf den Fettgehalt des Blutes; denn man hat während der Dauer des Verdauungsprocesses nicht nur den Chylus und das Pfortaderblut reicher an Fett, sondern zuweilen auch das Serum des Blutes im Allgemeinen von Fett sogar getrübt gefunden (*Thomson*[2]). Auch fand *Schmid* im Serum gefütterter Pferde fast noch einmal soviel Fett als in dem hungernder.

Von einem Pferde, welches 3 Tage lang mit Stärkmehlbolis gefüttert worden war, hatte ich vor dieser Fütterung und nach dieser Fütterung aus der Carotis und aus der Jugularvene Blut entzogen, und dasselbe analysirt; in folgender Weise lässt sich das Resultat dieser Untersuchung rücksichtlich des Fettgehalts vielleicht am besten übersehen:

Fettgehalt des		vor der Fütterung	nach der Fütterung
Blutkuchens	aus der Carotis	1,996	1,665
	aus der Jugularvene	2,924	1,366
Serums	aus der Carotis	2,479	1,465
	aus der Jugularvene	2,984	2,226

1) *Leonard* und *Folley*, Rec. des mém. de chir. et de pharm. milit. T. 60. 1846.
2) *Thomson*, Philos. Mag. 3 S. T. 26. p. 322 u. 418.

Es leuchtet aus diesem Versuche nicht blos der constante Unterschied zwischen arteriellem und venösem Blute ein, sondern auch der Einfluss einer unvollkommenen Nahrung, wie die des reinen Stärkmehls, auf die Verminderung des Fettes im Blute. Die für den Fettgehalt des venösen Blutkuchens nach der Fütterung mit Stärkmehl erhaltene Zahl mag übrigens wohl auf einem Beobachtungsfehler beruhen.

Das Blut der Frauen ist nach *Becquerel* durchschnittlich etwas reicher an Fett, als das der Männer.

Im Serum des *arteriellen* Blutes ist weniger Fett enthalten, als in dem des venösen; meine Erfahrungen stimmen in dieser Hinsicht mit denen *Simon's* überein; so fand ich in dem arteriellen Serum eines Pferdes = 0,264 % (oder 2,479 % des festen Rückstandes), in dem venösen = 0,393 % (oder 2,984 % des festen Rückstandes). *Schmid* fand im *Jugularvenenblutserum* hungernder Pferde durchschnittlich nur 0,07 % (0,93 % des f. R.), in dem gefütterter = 0,13 % (1,14 % d. f. R.).

Es könnte hier die Differenz meiner Versuchsresultate und der von *Schmid* angeführten auffallen; ich muss aber bemerken, dass das Blut dieses Pferdes, welches zu vergleichenden Versuchen des arteriellen und venösen Blutes vor und nach einer 3tägigen Fütterung mit reinem Stärkmehl diente, fettreicher war, als ich selbst sonst das Pferdeblut gefunden; das leuchtet auch aus einem Vergleiche der weiter unten von mir für den Fettgehalt des Pfortader- und Lebervenenblutes angegebenen Zahlen ein, die theilweise geringer ausgefallen sind, während doch diese Blutarten sonst mehr Fett als das gewöhnliche arterielle oder venöse Blut enthalten. In den Blutzellen desselben Pferdes war, wie aus den weiter oben angeführten Zahlen zu ersehen ist, der Fettgehalt keineswegs in ähnlicher Weise vermehrt, so dass also der grössere Fettreichthum, durch den venöses wie arterielles Blut jenes Pferdes sich auszeichnete, nur auf das Serum beschränkt war. Ich finde übrigens in meinen Diarien nicht, dass das Blutserum dieses Pferdes trüb gewesen wäre oder unter dem Mikroskop Fetttröpfchen hätte wahrnehmen lassen.

Das Serum des *Pfortaderblutes* ist nach *Schultz* und *Simon* weit reicher an Fett, als das des Jugularvenenblutes; *Schmid* fand in dem von hungernden Pferden durchschnittlich 0,10 % (1,36 % des f. R.), in dem von gefütterten Pferden = 0,21 % (2,06 % des f. R.); ich fand in solchem Serum von Pferden, die 5 bis 10 St. vorher gefüttert worden waren, durchschnittlich 0,2843 % Fett (3,645 % des f. R.).

Das Serum des *Lebervenenblutes* enthielt weniger Fett als das der Pfortader, aber weit mehr als das der Jugularvenen; durchschnittlich fand ich darin 0,2722 % (= 2,568 % des f. R.).

Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, dass bei einer Vergleichung des Gesammtblutes (Serum + Blutzellen) sich die Differenz im Fettgehalte beider Blutarten noch bedeutender herausstellt, da das Pfortaderblut überwiegend viel Serum, das Lebervenenblut aber verhältnissmässig wenig enthält; man vergl. die S. 81 angeführten bezüglichen Zahlen.

Ueber den Fettgehalt des Serums in *Krankheiten* haben *Becquerel* und *Rodier* noch die sorgfältigsten Untersuchungen angestellt; es ergiebt sich aus denselben, dass fast schon vom Beginne jeder acuten Krankheit an die Fette des Blutes vermehrt sind, vorzugsweise das Cholesterin. Unter den chronischen Krankheiten wurde das Fett und wiederum hauptsächlich das Cholesterin besonders bei Leberaffectionen, daher bei Icterus und bei Trunksucht, so wie bei Bright'scher Krankheit, Tuberculose und Cholera vermehrt gefunden.

Im *Thierblute,* auf dessen Fettgehalt schon (Th. 1. S. 256) aufmerksam gemacht worden ist, scheint die Menge des Fettes unter scheinbar gleichen Verhältnissen sehr variabel zu sein; wenigstens hat oft ein und derselbe Beobachter (z. B. *Nasse*) im Blute derselben Thierspecies sehr verschiedene Quantitäten Fett gefunden.

Nasse[1]) fand im Blute der Ziegen und Schaafe am wenigsten Fett, etwas mehr in dem der Pferde; mehr bei Hunden; Schweinsblut enthielt aber nicht mehr als das der Hunde. Jüngerer Hunde Blut enthielt mehr Fett als das älterer; umgekehrt war jedoch das Verhältniss beim Ochsen und Kalbe.

Auch auf die Mengen der Extractivstoffe im Blutserum ist nur von wenigen Analytikern Rücksicht genommen worden; wenigstens wurden sie immer zugleich mit den Salzen bestimmt; ihre Zahl würde sich wohl aus manchen Analysen berechnen lassen, wenn man nicht fürchten müsste, einerseits durch Zurechnung des Verlustes der ganzen Analyse eine zu grosse Ziffer oder wegen geschehener unvollkommener Austrocknung eine bei weitem zu kleine Ziffer zu erhalten. Allein auch, wo die Menge der Extractivstoffe direct bestimmt wurde, finde ich nach eignen und fremden Untersuchungen deren Zahl sehr differirend, zwischen 0,25 und 0,42 %. Wenn man erwägt, was alles zu den Extractivstoffen gezählt wird, und wie dieselben bald durch die Producte der progressiven, bald durch jene der regressiven Metamorphose vermehrt werden, so dürfte diess nicht zu verwundern sein.

Nasse hat im Blute von *Kindern* und *jungen Thieren* mehr Extractivstoffe gefunden, als in dem Erwachsener; in dem von Menschen am meisten, etwas weniger in dem von Pferden und weit weniger in dem von Rindern.

1) *Nasse,* Journ. f. pr. Ch. Bd. 18. S. 146.

Im *arteriellen* Blute ist nach den wenigen von mir mit Pferdeblut angestellten Untersuchungen mehr Extractivstoff enthalten, als im venösen; während der feste Bestandtheil des venösen Blutserums durchschnittlich 3,617% Extractivstoffe enthielt, wurden in dem des arteriellen 5,374% gefunden.

Das Serum des *Pfortaderblutes* enthält mehr Extractivstoffe (stets salzfrei durch Einäschern der ätherischen, durch Wasser von Fett befreiten, alkoholischen und wässrigen Auszüge bestimmt), als das des Jugularvenenblutes; am meisten Extractivstoffe enthält aber das Serum des *Lebervenenbluts*. Bei Pferden, die 5 bis 10 St. vorher gefressen hatten, fand ich durchschnittlich im festen Rückstande des Serums vom Pfortaderblut = 7,442% (salzfreie) Extractivstoffe; mehr noch (= 10%), wenn die Thiere 24 St. lang gehungert hatten; vom Lebervenenblute aber ziemlich constant etwas über 18% (18,1 bis 18,5%).

In *Krankheiten* hat man besonders bei Puerperalfieber (*Scherer*) und bei Scorbut die Extractivstoffe vermehrt gefunden.

Zur quantitativen Darlegung der im Blutserum enthaltenen Salze wäre es vor allen Dingen nothwendig, dass man genau das Verhältniss kennte, in welchem die Zahl der durch Einäschern erhaltenen Mineralstoffe zu der Zahl der im Blute präformirten Salzen steht, und in welcher Weise die Säuren und Basen der Asche in dem frischen Serum gruppirt sind; wir wissen aber aus dem Frühern, dass wir je nach der Methode der Verkohlung und Einäscherung thierischer Substanzen die Asche leider oft sehr verschieden constituirt finden. Daher rührt es, dass trotz der Sorgfalt, welche so viele Forscher auf die Bestimmung des Salzgehaltes im Blute verwendet haben, die bezüglichen Resultate doch wenig vergleichbar unter einander oder wenigstens so beschaffen sind, dass sie uns verhindern, weitere Schlussfolgerungen darauf zu begründen.

Nach den besten Analysen dürfte die Asche des Serums etwa folgende Zusammensetzung haben:

Chlornatrium	= 61,087
Chlorkalium	= 4,054
Kohlensaures Natron	= 28,880
Phosphorsaures Natron ($\dot{N}a_2 \dddot{P}$)	= 3,195
Schwefelsaures Kali	= 2,784
	100,000.

Das Blutserum der Männer enthält durchschnittlich etwas mehr Salze, als das Blut der Frauen; das erstere durchschnittlich 8,8 %, das letztere 8,1 %; indessen ist die Breite, zwischen welcher die Schwankungen im Salzgehalte des Serums bei beiden Geschlechtern im normalen Zustande stattfinden, ziemlich ausgedehnt.

Nach *Nasse* und *Poggiale*[1]) sind im Serum Erwachsener mehr Salze enthalten, als in dem von Kindern oder jüngern Thieren.

Der Gehalt des Thierblutes an Salzen scheint nach den Untersuchungen von *Nasse* und *Poggiale* nicht von den diätetischen Kategorien abzuhängen; das Blut der Katzen, Ziegen, Schafe und Kälber enthält nach diesen Forschern am meisten Salze, dann folgt das Blut der Vögel, dann das der Menschen und Schweine; am wenigsten enthält aber das der Hunde und Kaninchen.

Nasse fand die meisten *Alkaliphosphate* in der Blutasche von Schweinen, Gänsen und Hühnern, am wenigsten in der von Ziegen und Schafen; am meisten *schwefelsaures Natron* in der von Schafen, am wenigsten in der von Hühnern und Gänsen, die grösste Menge *kohlensaures Alkali* in der von Schafen, die geringste in der von Gänsen und Hühnern, am meisten *Chloralkalien* in der von Ziegen und Hühnern, am wenigsten in der von Kaninchen.

Auch das Blutserum *verschiedener Gefässe* enthält verschiedene Mengen Salze; nach *Nasse's* und meinen eignen Erfahrungen enthält das arterielle Blutserum etwas mehr Salze als das venöse. *Schultz*, *Simon* und *Schmid* fanden im Pfortaderblute weit mehr Salze als im Jugularvenenblute (*Schmid* wenigstens die Hälfte mehr). Das Serum des Pfortaderblutes enthält aber auch bei weitem mehr Salze als das des Lebervenenblutes; während in ersterem bei Pferden durchschnittlich 0,850 % (= 10 % des festen Rückstandes) enthalten sind, finden sich in letzterem nur 0,725 % (= 7 % des f. R.). Nimmt man dazu, dass im Blute der Lebervene weit weniger Serum enthalten ist, als in dem der Pfortader, so erscheint das Blut der letzteren noch weit reicher an Salzen als das der ersteren.

Durch längern Genuss von kochsalzreichen Nahrungsmitteln wird das Blut reicher an Salzen und namentlich an Chlornatrium (*Poggiale* und *Plouviez*[2]).

G. Zimmermann[3]) hat in 5 an Menschen angestellten Versuchen und einer an einem Pferde gemachten Beobachtung gefunden, dass in

1) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25. p. 109—113.
2) *Poggiale* und *Plouviez*, ebendas.
3) *G. Zimmermann*, Heller's Arch. Bd. 3. S. 522—530

der letzten Portion Blut eines und desselben Aderlasses die löslichen Salze in grösserer Menge enthalten sind, als in der ersten Portion, dass diese Vermehrung sich aber hauptsächlich auf die Chloralkalien bezieht, während die übrigen Salze abgenommen haben.

In *Krankheiten* sind die alkalischen Salze des Blutes erheblichen Schwankungen unterworfen; indessen lassen auch hinsichtlich dieser die meisten der bisherigen Blutanalysen noch vieles zu wünschen übrig; es steht nur soviel fest, dass bei heftigen Entzündungen diese Salze sehr vermindert, bei acuten Exanthemen dagegen und im Typhus sehr vermehrt gefunden werden. Ausserdem hat besonders *C. Schmidt* die erhebliche Verminderung der löslichen Salze im Serum des Cholerablutes, und deren Vermehrung bei Dysenterie, Bright'scher Krankheit und allen Arten von Hydrops und Hydrämie nachgewiesen. *Leonard* und *Folley* endlich, so wie *Salvagnoli* und *Gozzi* fanden in mehreren endemischen Krankheiten: Dysenterie, Malaria, bösartigen Wechselfiebern, Skorbut u. dergl. m. die Salze oft um das Doppelte vermehrt.

Höchst wichtig wäre es, den Gehalt des Blutes an Gasen unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen zu kennen; ja es scheint uns, dass gerade von diesem Punkte aus erst eine rationelle Untersuchung des Blutes ausgehen muss, ehe die übrige Constitution desselben uns ein höheres Interesse darbieten kann. Alle Schlüsse, die man aus den Analysen des Blutes ziehen zu dürfen glaubt, bleiben Conjecturen, so lange durch genaue Bestimmungen des Gasgehalts des Blutes nicht gewissermassen die Probe auf das Exempel gemacht worden ist. Wer eine gute Blutanalyse anzustellen versteht, dem werden auch die Mittel nicht fehlen, eine quantitative Untersuchung der Gase des Bluts in Krankheiten auszuführen; ist eine solche Analyse auch schwierig, so ist sie doch ausführbar, sobald die nur scheinbar rationelle Mode, gar keinen Aderlass zu machen, unter den Aerzten nicht noch mehr um sich greift. Für jetzt ist ausser den schon oben S. 181 angeführten Zahlenresultaten, wie sie vorzüglich *Magnus* erhalten hat, nichts Sicheres bekannt.

Wir haben nur noch auf einige ungewöhnlichere oder sparsamere Bestandtheile des normalen oder krankhaften Blutes aufmerksam zu machen. Es wurde bereits oben des Zuckers als eines integrirenden Bestandtheils des Blutserums Erwähnung gethan. Im Rindsblute fand *C. Schmidt* 0,0069 p. m. bis 0,0074 p. m. gährungsfähigen Zucker, im Blute eines Hundes 0,015 p. m., im Blute einer Katze

0,021 p. m. Im Serum des Pfortaderblutes fand ich in den Fällen, wo bei den geringen Mengen desselben der Zucker nachweisbar war, 0,0038 bis 0,0052 p. m., im Lebervenenblute 0,041 bis 0,059 p. m.; im Blute von Diabetikern, wo dessen Existenz schon öfter dargethan worden ist, habe ich nie mehr als 0,047 p. m. Zucker nachweisen können.

Von den Quantitäten, in welchen nach *Garrod* im normalen und krankhaften Blute Harnsäure vorkommen soll, ist bereits Th. 1. S. 223 die Rede gewesen.

Der Harnstoffgehalt im Blute hat sich noch nicht quantitativ bestimmen lassen; wäre aber, wie behauptet worden ist, in 4 Unzen gesunden Blutes Harnstoff nachweisbar (Th. 1. S. 170), so würde derselbe gewiss in krankhaftem Blute mit Leichtigkeit bestimmt werden können: was aber nicht der Fall ist.

Kieselsäure hat zuerst *Henneberg* im Blute der Hühner nachgewiesen und *Millon* deren Mengen bestimmt (vergl. Th. 1. S. 438).

Von dem Gehalte des krankhaften Blutes an kohlensaurem Ammoniak wurde bereits im 1. Th. (S. 426) gesprochen, eine quantitative Bestimmung desselben ist nicht versucht worden. Zu dem früher Bemerkten haben wir nur hinzuzufügen, dass dasselbe neuerdings auch im Blute *Cholerakranker* von *C. Schmidt*, so wie auch von mir nachgewiesen worden ist. Während Harnstoff im Blute auch solcher Cholerakranker von mir nachgewiesen werden konnte, welche vor dem Eintritte jener Symptomengruppe, die man Urämie nennt, unterlagen, fand ich stets das Blut ammoniakhaltig und die Magenschleimhaut im Leichname stark alkalisch, sobald die der Urämie eigenthümlichen Cerebralsymptome eingetreten waren. Auch aus den analogen Erfahrungen, die ich am Blute Bright'scher Kranker und Scarlatinakranker gemacht habe, möchte ich den Schluss ziehen, dass nicht Harnstoff-, sondern Ammoniakgehalt des Blutes die Erscheinungen der Urämie bedingt; dafür sprechen auch die Versuche *Cl. Bernard's* und *Barreswil's* [1]), der bei Hunden die nachtheiligen Folgen der Nierenexstirpation erst dann eintreten sah, wenn der Magensaft alkalisch abgesondert wurde.

So eben kommen mir die interessanten Versuche von *Stannius* [2]) zu Gesicht; derselbe fand nach Exstirpation der Nieren und selbst nach gleichzeitiger Injection von Harnstoff in den Secretionen, d. h. im Magen- und Darmsafte, in der Galle niemals Harnstoff, wohl aber im serös-blutigen Exsudate der Bauch-

1) *Cl. Bernard* und *Barreswil*, Arch. génér. de médec. Avril 1847.
2) *Stannius*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 9. S. 201—219.

höhle; dagegen wurde nach dem Tode der Thiere Magensaft und Galle, so wie alle Ausscheidungen ausserordentlich reich an Ammoniaksalzen gefunden; *Stannius* hat demnach den sichersten Beweis geliefert, dass wenigstens von blosser Harnstoffretention die Erscheinungen der Urämie nicht herrühren können. *St.* läugnet übrigens die Möglichkeit des Uebergangs von Harnstoff in die Magenflüssigkeit gänzlich; ich glaube mich dagegen, gleich *Marchand*[1]), von von der Gegenwart dieses Stoffs im Mageninhalte und dem Ausgebrochenen nephrotomirter Hunde ganz entschieden überzeugt zu haben.

Die Mengen Gallenpigments, Gallensäuren und abnormer Pigmente, welche man zuweilen in krankhaftem Blute gefunden hat, haben nicht quantitativ bestimmt werden können.

Wir haben in dem Vorhergehenden eine Uebersicht über die quantitativen Verhältnisse der Blutbestandtheile unter verschiedenen äussern und innern Bedingungen zu geben versucht; wir haben dabei jeden einzelnen Bestandtheil für sich näher ins Auge gefasst und die Zunahme und Abnahme desselben verfolgt, so weit die bisherigen Untersuchungen ausreichten; wir glaubten, dass wir auf diesem Wege allein eine tiefere Einsicht in die Metamorphosen des Blutes und den thierischen Stoffwechsel überhaupt erlangen könnten; denn wie können wir über das Ganze Aufschluss erwarten, sobald nicht seine einzelnen Theile in allen ihren Beziehungen gehörig geprüft sind? Besteht doch der Stoffwechsel im Blute eben nur in den verschiedenen Beziehungen, in welchen die Bestandtheile des Blutes unter verschiedenen Umständen in qualitativer und quantitativer Rücksicht zu einander treten. Wir hielten es daher (und aus den bereits S. 7 angeführten Gründen) für rationeller, für förderlicher dem Studium und der Wissenschaft, wenn wir in unserer Darstellung der Constitution des gesunden und krankhaften Blutes von seinen Bestandtheilen ausgingen, wenn wir das Blut nach chemischen Kategorien behandelten. Indessen dürfte doch eine kurze Zusammenstellung der bisher erlangten Ergebnisse der Blutuntersuchung nach physiologischen und einigen in der Pathologie recipirten Kategorien ebenso sehr die Uebersicht über das Ganze befördern, als die Anwendung auf einzelne physiologische und pathologische Processe erleichtern. Wir fügen daher, so unpassend an sich eine Wiederholung des bereits, wenn auch in anderer Form, Gesagten erscheinen mag, eine kurze Darlegung der verschiedenen Constitution des Blutes bei verschiedenen physiologischen und pathologischen Vorgängen bei, indem wir auf diese Weise zugleich der gewöhnlichen Behandlungsweise dieses Gegenstandes und den etwaigen Erwartungen der Praktiker Rechnung zu tragen versuchen.

Das Blut zeigt zunächst Verschiedenheiten seiner Zusammensetzung rücksichtlich des verschiedenen Geschlechts. Das Blut der Frauen ist meist etwas lichter roth gefärbt, als das der Männer; es ist specifisch leichter und entwickelt mit Schwefelsäure (nach *Barruel* und *C. Schmidt*) behandelt einen weniger intensiven Schweiss-

1) *Marchand*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 9. S. 499.

geruch; es enthält mehr Wasser als das des männlichen Geschlechts bei Menschen wie bei Thieren; hauptsächlich ist die Zahl der Blutkörperchen geringer; dagegen zeigt sich im Faserstoffgehalte des Blutes beider Geschlechter keine merkliche Differenz; daher wird das Serum geronnenen Frauenbluts überwiegender sein über den Blutkuchen oder die Blutzellen als das von Männerblut. Weniger als das Gesammtblut unterscheidet sich das Serum des Blutes von beiden Geschlechtern, doch pflegt das des weiblichen in der Regel auch ein etwas geringeres specifisches Gewicht zu haben und demnach etwas mehr Wasser zu enthalten. Da das Serum im weiblichen Blute überwiegend ist, so findet sich in diesem durchschnittlich mehr Albumin als im cruorreichen männlichen Blute; dasselbe Verhältniss gilt auch von den meisten andern Bestandtheilen des Serums, z. B. den Fetten und Extractivstoffen; anders verhält es sich mit den Salzen; vergleichen wir das Serum des männlichen Bluts mit dem weiblichen, so ergeben sich für ersteres mehr Salze; wird dagegen das Gesammtblut beider Geschlechter verglichen, so finden sich im weiblichen mehr lösliche Salze.

Die Schwangerschaft pflegt folgende Einwirkung auf die Constitution des Bluts der Frauen auszuüben: es ist meist dunkler gefärbt als im nichtschwangern Zustande; das specifische Gewicht desselben sinkt, da es reicher an Wasser und bedeutend ärmer an farbigen Blutkörperchen wird; der Gehalt an Fibrin ist relativ vermehrt, weshalb in dieser Periode des weiblichen Lebens das Blut beim Gerinnen meist einen sehr kleinen Blutkuchen und oft eine oberflächliche Fibrinschicht bildet. Der Eiweissgehalt des Blutserums ist ebenfalls vermindert. Rücksichtlich der Fette und Salze liegen keine sicheren Unterlagen vor.

Das Blut im kindlichen Alter, namentlich von Neugebornen, zeichnet sich durch einen grössern Reichthum an festen Bestandtheilen aus, besonders an Blutkörperchen und Eisen, während es ärmer an Fibrin ist, Fett und Eiweiss aber in ziemlich gleicher Menge wie das Erwachsener, dagegen weit mehr Extractivstoffe und weniger Salze enthält.

Im höhern Alter und beim weiblichen Geschlechte nach dem Ausbleiben der Menstruation wird das Blut ärmer an Blutkörperchen, auch das Serum wird ärmer an festen Bestandtheilen; das Cholesterin soll dagegen etwas zunehmen.

Suchen wir das Blut der Wirbelthiere seiner Zusammensetzung nach zu vergleichen, so ergiebt sich zuerst, dass unter den

Säugethieren die *Omnivoren* am meisten Blutkörperchen und dem entsprechend das meiste Eisen und die meisten löslichen Phosphate enthalten; Fibrin findet sich ebenfalls in grösserer Menge, als in dem Blute einer andern diätetischen Kategorie; auch die festen Bestandtheile des Serums sind im Blute dieser Thiere überwiegend; an Salzgehalt steht das Serum der Omnivoren dem vieler anderer Säugethiere nach.

Die *Carnivoren* enthalten im Allgemeinen nicht viel weniger Blutzellen als die Omnivoren; Faserstoff findet sich in geringerer, Fett dagegen in grösserer Menge im Blute dieser Thiergruppe, als in dem der Herbivoren. Rücksichtlich der andern Blutbestandtheile ist bei verschiedenen Species dieser Classe das quantitative Verhältniss ziemlich verschieden; dasselbe gilt auch von dem Blute der Herbivoren, das durchschnittlich etwas weniger Blutkörperchen als das der Fleischfresser enthält, aber bei verschiedenen Species ebenso grossen Schwankungen, wie dieses, unterliegt. Indessen lässt ein genaueres Studium erwarten, dass doch noch bestimmtere Unterschiede zwischen der Zusammensetzung des Blutes dieser drei Thiergruppen ermittelt werden können.

Das Blut der Vögel ist reich an Blutkörperchen und steht in dieser Hinsicht dem des Schweines am nächsten; es enthält aber mehr Fibrin und Fett, dagegen weniger Eiweiss als das der Säugethiere.

Das Blut der *kaltblütigen Wirbelthiere* ist bei weitem ärmer an Blutkörperchen und reicher an Wasser, als das aller andern Vertebraten.

Obgleich die Weichthiere noch ein Gefässsystem, aus Arterien und Venen bestehend, und ein Aortenherz besitzen, so ist das Blut dieser Thiere doch sehr von dem der nächst höhern Thierklassen verschieden; es bildet einen weissen oder bläulichen Saft. *C. Schmidt*[1]) fand das Blut der Teichmuschel (Anodonta cygnea) farblos und schwach alkalisch; es schied ein blasses Faserstoffgerinnsel aus und setzte beim Verdunsten schöne dem Gaylyssit ähnliche Krystalle ab, welche aus kohlensaurem Kalk und etwas kohlensaurem Natron bestanden; das Albumin war grösstentheils an Kalk gebunden; dieses Blut enthielt nur 0,854% fester Bestandtheile und darunter 0,033 Th. fibrinähnlicher Substanz, 0,565 Th. Albumin, 0,189 Th. Kalk, 0,033 Th.

1) *C. Schmidt*, Zur vergleichenden Physiol. Mitau 1846. S. 58—60.

phosphorsaures Natron, Chlornatrium und Gyps und 0,034 Th. phosphorsauren Kalk.

E. Harless und *v. Bibra*[1]) untersuchten das Blut von Helix pomatia und das einiger Cephalopoden (Loligo und Eledone) sowie mehrerer Tunicaten (namentlich einiger Ascidien). Das Blut der Weinbergsschnecke enthielt ihren Untersuchungen nach 8,398% organische und 6,12% mineralische Substanzen, unter letzteren 0,033 Kupferoxyd. Dieses Blut zeichnet sich besonders dadurch aus, dass es an der Luft durch den Zutritt von Sauerstoff blau, durch Kohlensäure aber wieder farblos wird; Alkohol gibt ein farbloses Coagulum; Ammoniak hebt die blaue Farbe auf, Neutralisation mit Salzsäure stellt sie wieder her; Alaun und Ammoniak präcipitiren das blaue Pigment; schon bei 50° wird dasselbe zerstört. Das Blut der Ascidien und Cephalopoden verhielt sich rücksichtlich der Färbung gerade umgekehrt wie das der Weinbergsschnecke; es wurde weder durch Sauerstoff noch durch Stickstoff blau gefärbt, wohl aber durch Kohlensäure und zwar sehr intensiv; durch Sauerstoff verschwand die blaue Färbung nur zum grössten Theile, Aether und Alkohol machten das ursprünglich farblose Blut augenblicklich blau. *Bibra* fand in solchem Blute 4,7% organische und 2,63% mineralische Stoffe, darunter kein Eisen, wohl aber Kupfer.

Ueber das Blut der Insecten und zwar der Lepidopteren im Zustande der Larve habe ich[2]) einige Versuche angestellt. Sobald man die Haut einer Raupe an der Bauchseite durchschneidet, quillt ein glasheller, dickflüssiger, schwachgelblich grün gefärbter Saft hervor; in diesem erkennt man immer unter dem Mikroskop rundliche Zellen ohne deutlichen Kern, deren Hüllenmembran gleich der der Eiterkörperchen wie getüpfelt erscheint, im Durchmesser $^1/_{350}'''$ bis $^1/_{200}'''$; verdünnte Essigsäure lässt diese Zellen unverändert, concentrirte löst sie auf; durch Aetzkali werden sie, gleich den meisten Zellen und selbst den Hefekügelchen, in Haufen zusammengeklebt, etwas aufgelockert, verzerrt und mehr körnig, so dass sie den Körnchenzellen gleichen. Salmiak verändert sie nicht. Ausser diesen Zellen finden sich häufig, jedoch nicht immer, grössere, rundliche und ovale Zellen mit deutlichem Kern, nicht unähnlich manchen Pflasterepithelialzellen; durch Essigsäure oder Aetzkali werden diese nicht verändert. Seltner finden sich birnförmige, spindelförmige und andre unregelmässig ge-

1) *E. Harless* und *v. Bibra*, Müller's Arch. 1847. Nr. 2. S. 148—157.

2) *Lehmann*, Göschen's Jahresb. Bd. 2. S. 19.

formte Zellen. Fettbläschen fehlen nie in jener Flüssigkeit; diese könnte man von dem den Magen umhüllenden Fettpolster herleiten, wenn sie nicht auch in der Flüssigkeit des Rückengefässes enthalten wären.

Die Intercellularflüssigkeit des Insectenblutes färbt sich an der Luft dunkelbraungrün bis schwarz und trübt sich dabei unter Ausscheidung feinster Molecularkörnchen; sie reagirt schwach alkalisch, entwickelt an der Luft sehr bald Ammoniak, gerinnt beim Kochen sowohl als auf Zusatz von Mineralsäuren oder wässriger Jodlösung ohne Abscheidung eines Serums zu einer dichten weissen Masse; auch durch Wasser wird sie getrübt und gleicht dann unter dem Mikroskope einem feinkörnigen Brei, in dem zuweilen lange Fäden sich kenntlich machen; Salmiak löst die Trübung nicht wieder auf, durch Aetzkali oder Essigsäure wird sie nur wenig gehoben; verdünnte Essigsäure macht die unvermischte Flüssigkeit gelatiniren, hebt aber die schwarzgrüne Farbe, wenn sie an der Luft schon eingetreten, wieder auf. Auch Aetzkali verwandelt die klare Flüssigkeit in eine farblose zusammenhängende Gallert. Zuweilen, jedoch nicht immer, lässt sich Zucker in jener Flüssigkeit nachweisen. Da die Raupen wohl unter allen Thieren das meiste Fett in kürzester Zeit erzeugen, so ist auch ihr Blut am fettreichsten; es enthielt in einem Versuche 27,5% des festen Rückstandes. Die Flüssigkeit des Rückengefässes der Insecten scheint nicht wesentlich verschieden von dem eben beschriebenen Safte zu sein; sie enthält ganz dieselben Elemente wie dieser, nur scheinen in ihm die kernhaltigen, in Essigsäure und Aetzkali unveränderlichen Zellen zu fehlen.

Das Blut der Arterien unterscheidet sich von dem der Venen durch eine geringere Menge den Blutzellen angehöriger fester Bestandtheile; dieselben enthalten aber relativ mehr Hämatin und Salze als die Blutzellen venösen Blutes, aber bei weitem weniger Fett. Die Intercellularflüssigkeit des Arterienblutes ist etwas reicher an Fibrin, als die des Venenblutes; das Serum des ersteren enthält etwas mehr Wasser und daher weniger Albumin; denn vergleicht man die festen Rückstände des Serums beider Blutarten rücksichtlich ihres Albumingehalts, so berechnet sich für jedes gleich viel Albumin; anders verhält es sich mit den Fetten, Extractivstoffen und Salzen; die Fette sind im arteriellen flüssigen Serum und auch in dessen festen Rückstande sehr vermindert, die Extractivstoffe erheblich, die Salze nur wenig vermehrt. Uebrigens enthält das Arterienblut relativ mehr freien Sauerstoff als das Venenblut.

Das Pfortaderblut hat je nach dem Ablaufe des Verdauungsprocesses eine verschiedene Constitution; *während der Verdauung* ist es, wenn gleichzeitig getrunken wird, reicher an Wasser und Intercellularflüssigkeit; die Zahl der Blutkörperchen ist daher gering das Fibrin ein wenig, Fett erheblich, Albumin, Extractivstoffe und Salze mässig vermehrt; das Fibrin ist übrigens während der Verdauung ganz so beschaffen wie das andrer Gefässe, während es ausser der Verdauungszeit leicht zerreissbar ist und nur einen lockern, bald zerfliessenden Blutkuchen bildet.

Im *Vergleich mit dem Jugularvenenblute* ist das Pfortaderblut stets ärmer an Blutzellen sowie an festen Bestandtheilen überhaupt; die Blutzellen sind zum Theil flockig und werden ausserhalb des Körpers leicht verzerrt und zackig; sie sind reicher an Hämatin und ärmer an Globulin, enthalten aber doppelt so viel Fett als die Zellen des Jugularvenenblutes. Die Intercellularflüssigkeit enthält einen fettreicheren Faserstoff, dessen Menge jedoch weit geringer ist, als im Blute der Jugularvene; das Serum enthält durchschnittlich weniger feste Bestandtheile, namentlich Albumin, dagegen mehr Fett, Extractivstoffe und Salze. Gallenstoffe sind im Pfortaderblute nicht nachzuweisen, Zucker nur selten.

Das Lebervenenblut hat eine von dem Blute jedes andern Gefässes durchaus verschiedene Constitution; im *Vergleich zum Pfortaderblute* ist es bei weitem ärmer an Wasser; setzt man die festen Bestandtheile in beiden Blutarten gleich, so verhält sich der Wassergehalt des Pfortaderbluts zu dem des Lebervenenbluts während der Verdauung ohne viel Getränk = 4 : 3, nach vollendeter Verdauung oft = 12 : 5. Der Blutkuchen des Lebervenenblutes ist voluminös und leicht zerrührbar; wenn 100 Th. Pfortaderblut = 34 Th. Serum abscheiden, so geben 100 Th. Lebervenenblut nur 15 Th. Serum. Das Lebervenenblut ist bei weitem reicher an Blutzellen, als das der Pfortader, und zwar ebensowohl an farbigen, als an farblosen; die letzteren finden sich in den verschiedensten Grössen und Gestalten; die ersteren sind in Haufen von deutlich violettrother Farbe; ihre Hüllen werden durch Wasser weniger leicht zerstört, als die des Bluts andrer Gefässe; wenn im entsprechenden Pfortaderblute auf 100 Th. Intercellularflüssigkeit 141 Th. feuchter Blutzellen kommen, so finden sich im Lebervenenblute auf 100 Th. Intercellularflüssigkeit = 317 Th. Blutzellen. Die Blutzellen des Lebervenenblutes sind ärmer an Fett und an Salzen, besonders aber arm an Hämatin oder wenigstens an

Eisen, dagegen etwas reicher an Extractivstoffen. Ihr specifisches Gewicht ist höher als das der Pfortaderblutzellen (trotz des verminderten Eisengehalts); vergleicht man das Eigengewicht beider Blutarten aber mit dem Serum, so sind die der Lebervenen ihrem Serum gegenüber leichter, als die des Pfortaderblutes dessen Serum gegenüber. Die Intercellularflüssigkeit des Lebervenenblutes ist bei weitem dichter, als die des Pfortaderblutes; dem entsprechend enthält sie viel mehr feste Bestandtheile; das Fibrin aber fehlt ihr entweder ganz oder ist nur in verschwindend kleinen Mengen vorhanden. Wenn im Pfortaderserum auf 100 Th. Wasser = 8,4 Th. fester Stoffe kommen, so sind im Lebervenenserum neben 100 Th. Wasser = 11,8 Th. fester Materien enthalten. Vergleichen wir aber die festen Bestandtheile des Serums beider Blutarten unter sich, so finden wir zunächst weniger Albumin und Fett im Lebervenenblute und weit weniger Salze, dagegen ist die Menge der Extractivstoffe und darunter der Zucker erheblich vermehrt. Im festen Rückstande des Lebervenenblutes von Pferden fand ich (in drei Bestimmungen, indem das alkoholische Extract mit Hefe in Gährung versetzt und aus der entwickelten Kohlensäure der Zucker = $C_{12} H_{12} O_{12}$ berechnet wurde, = 0,635, 0,893 und 0,776% Zucker, während ich im Rückstande des entsprechenden Pfortaderblutes nur einmal Zucker nachzuweisen vermochte und darin nur 0,055% vorfand.

Das Milzvenenblut, welches nur von *Béclard*[1]) chemisch untersucht und mit dem Jugularvenenblute bei Pferden und Hunden verglichen worden ist, enthält mehr Wasser als das Blut der letztern Vene (im Mittel von 14 Untersuchungen bei Hunden = 77,815% schwankend zwischen 74,630 und 82,681%; das entsprechende Jugularvenenblut enthielt durchschnittlich 1,608% Wasser weniger, als das der Milzvene; in 2 an Pferdeblut angestellten Paralleluntersuchungen enthielt das Milzvenenblut 0,4 bis 0,5% mehr Wasser, als das Jugularvenenblut); die Blutkörperchen sind etwas vermindert im Milzvenenblute, dagegen das Fibrin und der Serumrückstand etwas vermehrt. *Ecker*[2]) fand übrigens im Milzvenenblute die von *Kölliker* in dem Milzsafte entdeckten Blutkörperchen enthaltenden Zellen; namentlich war das Milzvenenblut der Pferde reich daran; von einer Hülle waren 1 bis 5 Blutkörperchen oder kleine gelbe Körnchen eingeschlossen.

1) *Béclard*, Gazette médic. 1848. Nr. 4. p. 22. Janv.

2) *Ecker*, R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol. Bd. 4. S. 146.

Das Menstrualblut enthält, wie *Jul. Vogel*[1]) an einem mit Prolapsus uteri behafteten Individuum nachgewiesen, und neuerdings auch *C. Schmidt*[2]) gefunden hat, keinen Faserstoff; es liefert ein farbloses, deutlich alkalisches Serum und einen rothen Absatz von Blutkörperchen; ausser den rothen Zellen finden sich auch viele farblose darin, aber keine Spur von sg. Faserstoffschollen. Es enthält ungefähr 16% fester Bestandtheile.

Henle glaubt, dass das Menstrualblut nur deshalb nicht zu gerinnen scheine, weil jeder einzelne Tropfen für sich ein Coagulum bilde, so dass die Summe der Tropfen dann immer eine ziemlich flüssige Masse darstelle: allein mikroskopisch ist in dem gewöhnlichen Menstrualblute keine coagulirte Substanz neben und zwischen den Blutkörperchen wahrzunehmen. Dagegen hat *E. H. Weber* in dem Leichname eines Mädchens, die sich während der Menstruationsperiode selbst getödtet hatte, geronnenes Blut auf der Uterinschleimhaut gefunden.

Während der Verdauung wird das Blut reicher an festen Bestandtheilen; die Zunahme verbreitet sich ziemlich gleichförmig auf Blutzellen und Plasma; die farblosen Zellen sind aber relativ zahlreicher als die farbigen; die Blutzellen gewinnen an festen Bestandtheilen überhaupt, verlieren aber relativ an Hämatin *(Fr. Chr. Schmid)*; der Faserstoff der Intercellularflüssigkeit wird kaum merklich vermehrt, pflegt aber etwas langsamer zu gerinnen und daher leichter eine Kruste auf dem Blutkuchen zu bilden; übrigens ist er reicher an Fett, als im Blute nüchterner Thiere; das Serum ist dichter, zuweilen sogar milchig getrübt von Fettbläschen und farblosen Blutzellen; auch im Serum ist das Fett, das Albumin, die Extractivstoffe und Salze in ziemlich gleichen Proportionen vermehrt.

Längeres Hungern, starke Blut- oder andre Säfteverluste haben ganz analoge Wirkung auf die Constitution des Blutes, so auch Stoffe, welche die Verdauung oder Resorption und Blutbildung beeinträchtigen, z. B. manche Metallsalze, vorzugsweise Bleipräparate, Säuren u. dergl. mehr. In diesen Zuständen nimmt die Zahl der Blutkörperchen in verschiedenem Grade ab, das Plasma wird wässriger, namentlich an Albumin und andern organischen Bestandtheilen ärmer, dagegen reicher an Salzen; das Blut hat ziemlich dieselbe Mischung wie das Blut sg. Anämischer.

Den Einfluss der Blutentziehung auf die Blutconstitution betreffend,

1) *Jul. Vogel*, R. Wagner's Lehrb. d. Physiol. 2. Aufl. S. 230.

2) *C. Schmidt*, Diagnostik verdächtiger Flecke. Mitau u. Leipzig 1848. S. 8 u. 41.

haben *Nasse* an gesunden Thieren, *Becquerel* und *Rodier*, *Zimmermann* und Andre an kranken Menschen zahlreiche Versuche angestellt: die specifische Wärme sowie das specifische Gewicht des Blutes werden geringer, die Farbe heller roth; das Blut gerinnt früher, presst aber das Serum weniger vollkommen aus; das Serum wird röthlich trüb und weisslich; die rothen Blutkörperchen, deren Zahl sehr vermindert wird, zeigen grössere Neigung zusammenzukleben; die farblosen Blutzellen werden zahlreicher (*Nasse, Remak*); der Wassergehalt vermehrt sich bedeutend, indessen wird mit jedem Aderlasse das Blut ärmer an Blutzellen als an festen Serumbestandtheilen; die Faserstoffmenge wird bei gesunden Thieren kaum vermehrt, in Krankheiten ist sie von der Blutentziehung gänzlich unabhängig; die Blutzellen werden ärmer an Globulin und daher relativ reicher an Hämatin (*C. Schmidt*).

Hiermit steht in einigem Zusammenhange die verschiedene Constitution der *einzelnen Portionen Blut eines und desselben Aderlasses*, die vorzüglich von *Prevost* und *Dumas*, *Zimmermann* sowie von *Becquerel* und *Rodier* untersucht worden ist. Nach Verlust der ersten Portion Blut (circa 100 grm.) sind die festen Bestandtheile des Bluts in der zweiten Portion in keinem Falle vermehrt, sondern sie nehmen immer fast gleichmässig ab, wogegen eine dritte Portion in vielen Fällen im Verhältniss zur zweiten eine Zunahme an fester Substanz zeigt (*Zimmermann*). Die Abnahme der festen Substanz hängt von der Flüssigkeitsresorption ab; dieselbe besteht jedoch natürlich nicht in der Aufnahme reinen Wassers, sondern in der von Lymphe, flüssigem Exsudate und parenchymatöser Flüssigkeit, die leichter sind als das Blut. Die Grösse der Wasseraufnahme ist aber in speciellen Fällen sehr verschieden. In *Becquerel's* Versuchen nahm der Wassergehalt des Bluts mit jeder Portion später ausfliessenden Blutes fast gleichmässig zu.

Entzündliche Krankheiten bedingen constant eine Vermehrung des Fibrins, jedoch nur, wenn die Entzündung von Fieber begleitet ist. Am meisten und constantesten steigt die Ziffer des Faserstoffs im acuten Gelenkrheumatismus und in Pneumonien. Die Entzündung eines Gewebes braucht nicht sehr ausgedehnt zu sein, um schon eine bedeutende Vermehrung des Fibrins herbeizuführen, z. B. erysipelatöse Entzündungen. In jeder einzelnen Krankheit steigt der Faserstoffgehalt des Blutes mit dem Grade und mit der Dauer der Entzündung. Die Vermehrung dieses Stoffs ist unabhängig vom Kräftezustande des Kranken ebensowohl als von der Zu- oder Abnahme der andern festen Stoffe des Blutes. Selbst bei vollkommenster Anämie oder Hydrämie bedingt Entzündung noch Zunahme des Fibrins. Da das Blut in Leichnamen an acuten Hirnleiden Verstorbener nie coagu-

lirt gefunden wird, so scheint es nicht überflüssig, zu bemerken, dass bei Meningitis u. s. w. das dem Lebenden entzogene Blut ebenso reich an Fibrin gefunden wird, als bei jeder andern Entzündung.

Während des fieberhaften Entzündungsprocesses nimmt die Zahl der farbigen Blutzellen ab; diese Verminderung erreicht jedoch nie einen hohen Grad, wenn nicht gleichzeitig andre pathologische Processe eine erhebliche Abnahme der Blutzellen mit sich führen. Bei erheblicher Zunahme des Fibrins wird oft kaum eine Verminderung der Blutzellen beobachtet.

Je heftiger eine Entzündung auftritt, desto mehr fällt die Verminderung der festen Bestandtheile des Serums in die Augen; sie ist um so bedeutender, je massigere Exsudate ausgeschieden worden sind. War das Exsudat nicht erheblich, so hat man oft auch keine Verminderung der festen Bestandtheile beobachtet, ja sogar zuweilen eine geringe Vermehrung derselben (z. B. bei Bronchitis). Die Verminderung des Serumrückstandes rührt lediglich von der Abnahme des Albumins her; denn die Salze fand man im Serum unverändert, ja die Fette oder vielmehr das Cholesterin sogar bedeutend vermehrt.

Ob jene die meisten acuten Krankheiten begleitende Symptomengruppe, die man Fieber nennt, von gewissen constanten Veränderungen in den relativen Mengen der Blutbestandtheile begleitet sei, muss zur Zeit dahingestellt bleiben; nur so viel ist durch alle Untersuchungen dargethan, dass der so leicht veränderliche Faserstoffgehalt des Blutes durch das Fieber als solches durchaus nicht vermehrt noch auch vermindert wird. Ob jene Blutmischung, welche *Becquerel* und *Rodier* im Entwicklungsstadium jeder acuten Krankheit gefunden haben wollen, als dem Fieber eigenthümlich anzusehen ist, lässt sich nach den vorliegenden Untersuchungen nicht entscheiden. Diese Blutmischung soll aber nach genannten Autoren folgende sein: das Blut ist im Allgemeinen etwas wasserhaltiger, als normales; die Körperchen sind etwas vermindert, unter den Fetten vorzugsweise das Cholesterin und die phosphorhaltigen vermehrt; Extractivstoffe und lösliche Salze finden sich in normaler Quantität, wogegen die phosphorsauren Erden sehr vermehrt sind.

Bei sogenannten einfachen ephemeren und remittirenden Fiebern fanden aber dieselben Forscher gerade die Blutkörperchen in normaler Menge, so auch den Faserstoff und die löslichen Salze des Serums; nur das Albumin war um ein geringes vermindert und das Cholesterin vermehrt.

Bei leichten intermittirenden Fiebern fand *Zimmermann* den Faserstoff nur selten etwas vermehrt, häufiger noch vermindert, gewöhnlich aber in normalem Verhältnisse; der Faserstoff schien in geradem Verhältniss zur Dauer des Fiebers zuzunehmen. *Becquerel* und *Rodier* fanden in Wechselfiebern in der Mehrzahl der Fälle das Fibrin vermindert.

In endemischen Wechselfiebern sind die Blutkörperchen fast nur bei Recidiven wesentlich vermindert, oft aber vermehrt; Faserstoff nur bei entzündlicher Affection vermehrt, niemals vermindert; die Serumbestandtheile nehmen zu, wenn die Krankheit einen intermittirenden Typus hat, ab dagegen, wenn sie nur Remissionen zeigt. Die Verminderung im letztern Falle bezieht sich hauptsächlich auf das Albumin, während die Serumsalze constant vermehrt sind.

Bei Sumpffiebern (Malaria) sind (*Salvagnoli* und *Gozzi*, *Luderer*) die Blutkörperchen erheblich vermehrt, dagegen Faserstoff, Albumin und Fette beträchtlich vermindert; neben viel Cholesterin wird auch viel Gallenpigment gefunden.

Bei Cholera wird das Blut besonders dicht und zäh; die Zahl der Blutkörperchen ist relativ vermehrt, sie sind aber ärmer an Salzen; Fibrin ist nicht vermehrt noch vermindert; das Serum bei weitem dichter, ärmer an Wasser und Salzen, relativ sehr reich an Albumin, enthält mehr Kalisalze und Phosphate als normales Blutserum, meist etwas Harnstoff und einen Extractivstoff, durch welchen Harnstoff sehr bald in kohlensaures Ammoniak umgewandelt wird.

Bei Dysenterien wird das Blut ärmer an Blutkörperchen; das Fibrin wird gewöhnlich etwas vermehrt, jedoch nicht constant; die festen Bestandtheile des Serums nehmen ab, besonders das Albumin; dagegen sind die Salze in bedeutender Zunahme.

In der Bright'schen Krankheit erleidet das Blut nicht nur eine bedeutende Abnahme an Blutzellen, sondern vorzüglich auch an Serumbestandtheilen; das Cholesterin des Serums sowohl als dessen Salze sind indessen vermehrt; fast immer lassen sich darin Spuren oder auch grössere Mengen von Harnstoff nachweisen. Durchschnittlich enthält solches Blut etwas mehr Fibrin, als normales, indessen tritt nur bei entzündlichen Affectionen der Nieren, d. h. im ersten Stadium dieser Krankheit, eine erhebliche Vermehrung des Fibrins ein.

Das hydrämische Blut, wie es bei den verschiedenen Arten von Hydrops gefunden wird, ist sehr dünnflüssig, oft fast nur fleischwasserähnlich, blass, bildet beim Gerinnen einen sehr lockern (wie

man zu sagen beliebt, serös infiltrirten) gallertartigen Blutkuchen; es ist dem in der *Bright*'schen Krankheit höchst ähnlich zusammengesetzt, und unterscheidet sich von diesem fast nur durch den Mangel an Harnstoff; denn ohne gleichzeitige Nierenaffection dürfte derselbe im hydrämischen Blute ebensowenig als in hydropischen Exsudaten gefunden werden, wie ich wenigstens aus meinen eignen Erfahrungen schliessen muss.

Verstehen wir unter Anämie schlechtweg Verminderung des Blutgehaltes der Gefässe (also ethymologisch richtiger *Olichämie*), so kann in diesen Zuständen das Blut nicht eine vollkommen gleiche, ja kaum eine analoge Zusammensetzung haben; denn diese muss nothwendiger Weise dem Krankheitsprocesse entsprechen, welcher der Blutverminderung voranging; denn die Eigenschaften, welche man gewöhnlich dem anämischen Blute zuschrieb, gehören eigentlich mehr dem hydrämischen an; es lässt sich wenigstens voraussetzen, dass das Blut bei einer Anämie, die von einer excessiven Hämorrhagie herrührt, anders zusammengesetzt sein muss, als bei jener, deren Ursachen wuchernde Geschwülste, übermässige geistige Anstrengungen, schlechte Nahrung, Vergiftungen sind; dazu kommt die auffallende Erfahrung, dass Anämie nach Carcinom, Typhus, Hämorrhagien und andern Säfteverlusten so leicht in Hydrämie übergeht, während bei Tuberculose fast niemals hydrämisches Blut nebst den entsprechenden serösen Exsudaten gefunden wird. Anämisches Blut kann also keine eigenthümliche Blutmischung bezeichnen. Nur in der Verminderung der farbigen Blutzellen stimmt die Mischung solchen Blutes mit dem hydrämischen und chlorotischen überein.

Bei Chlorose bildet das Blut einen kleinen, festen, oft mit Speckhaut versehenen Blutkuchen, der in vielem klaren Serum schwimmt. Die Blutkörperchen und das Eisen werden vermindert gefunden, jedoch ist die Verminderung bald nur sehr gering, bald ausserordentlich bedeutend, ohne dass sie jedoch in einem bestimmten Verhältnisse zur Intensität der Krankheit steht. Die Faserstoffmenge ist wenig über dem Normalmittel, der Albumingehalt nur im Verhältniss zu den Blutzellen erhöht; Fette und Salze durchaus normal.

In der sogenannten Plethora wurden die Blutkörperchen immer etwas vermehrt gefunden; das Serum aber wie der Faserstoff ziemlich normal; der Albumingehalt des Blutwassers steigt nur wenig über das Mittel. Wie Anämie sich zu chronischen Rückenmarksleiden, so scheint sich Plethora zur sogenannten Spinalirritation zu verhalten,

nur scheint hier die Vermehrung der festen Bestandtheile und vorzugsweise der Blutkörperchen etwas erheblicher zu sein, als in jener.

Das Blut im Typhus erleidet durchaus keine solchen Veränderungen, dass man diese Krankheit eine Dyskrasie zu nennen berechtigt wäre. Vom 5. bis 8. Tage, also fast so lange das typhöse Exanthem steht, finden wir im Blute eine der Plethora höchst ähnliche Mischung; die Blutkörperchen sind vermehrt, ebenso die festen Bestandtheile des Serums, besonders das Albumin; selbst der Faserstoff pflegt in dieser Periode etwas vermehrt zu sein. Vom 9. Tage der Krankheit an erhält die Blutconstitution einen ganz andern Charakter; das Blut wird leichter, hauptsächlich durch eine Verminderung der Blutkörperchen; der Serumrückstand wird aber mit jedem Tage der Dauer der Krankheit vermindert und zwar um so mehr, je bedeutender die Darmaffection ist und je erheblicher die Ausscheidungen durch die Darmgeschwüre sind; Salze und Extractivstoffe sind dabei eher relativ vermehrt, als absolut vermindert. Tritt nicht eine der so häufigen Folgekrankheiten des Typhus oder die manche Epidemien desselben begleitende Anämie ein, so beginnt mit dem Anfange der vierten oder fünften Woche wieder eine Vermehrung der festen Bestandtheile, die sich bald mehr auf die Blutkörperchen bald mehr auf die festen Serumstoffe erstreckt; selbst der Faserstoff wird dann zuweilen vermehrt gefunden.

In acuten Exanthemen tritt eine Verminderung der Blutzellen und eine dieser entsprechende Vermehrung der Intercellularflüssigkeit ein; das Serum ist aber zugleich dichter geworden; die Salze sind darin in weit grösserer Zunahme, als die organischen Stoffe.

Das Blut im Puerperalfieber ist je nach dem Verlaufe und dem Charakter der Krankheit verschieden (wie dies eigentlich bei den meisten Arten von Krankheiten der Fall ist); die Verminderung der Blutkörperchen ist hier sehr erheblich, das Fibrin namentlich bei Peritonitis sehr vermehrt, aber weich und gallertartig, fast immer eine Kruste bildend; in den meisten Fällen sind die festen Bestandtheile des Serums sehr vermindert (*Scherer* sowie *Becquerel* und *Rodier*), zuweilen auch vermehrt (*Andral* und *Gavarret*); die Extractivstoffe sind sehr vermehrt (*Scherer*); zuweilen findet sich darin Gallenpigment (*Heller*), nicht selten freie Milchsäure (*Scherer*).

Bei Pyämie ist der Faserstoff vermindert und die farblosen Blutzellen vermehrt; im Uebrigen ist das Blut in dieser Krankheit nicht genau untersucht.

Beim Skorbut hat man das Blut eigentlich noch nicht genau

untersucht, sondern mehr aus dem physikalischen Verhalten desselben auf seine Zusammensetzung geschlossen; aus der unvollkommnen Gerinnung schloss man auf die Fibrinverminderung, aus den jeweiligen Ursachen auf Vermehrung der Salze. Die wenigen vorliegenden Untersuchungen skorbutischen Blutes geben kein bestimmtes Bild von der Constitution des Blutes in dem Zustande, den man Skorbut genannt hat.

Die Mischung des Blutes bei Tuberculose ist wenig oder gar nicht verändert gefunden worden; die Modificationen derselben, so weit sie chemisch bisher nachweisbar waren, sind nur von den jene Krankheit begleitenden Zuständen abhängig; bei entzündlichen Affectionen hat das Blut die Zusammensetzung des Entzündungsblutes; finden durch Hämoptysis starke Blutverluste statt, treten Darmgeschwüre mit profusen Absonderungen auf oder haben sich colliquative Schweisse eingestellt, so nehmen alle festen Bestandtheile des Blutes ausser den Salzen ab, mehr aber und schneller die Blutzellen; obgleich zu Tuberculose sich nur selten Hydrops gesellt, so gleicht das Blut alsdann doch sehr dem hydrämischen.

Bei Carcinom ist das Blut eigentlich noch nicht sorgfältig untersucht worden; merkwürdig ist nur, dass *Popp* wie *Heller*, sowie neuerdings auch *v. Gorup-Besanez*[1]), bei Carcinom, selbst ohne fieberhafte Affectionen, eine Vermehrung des sogenannten Fibrins fanden (es ist freilich nicht nachgewiesen, ob jenes Plus, was man fand, wirklich Fibrin war). Die Zahl der Blutkörperchen ist etwas vermindert. Tritt Hydrops zum Krebse, so wird das Blut hydrämisch. Auch die festen Serumstoffe nehmen nur selten zu, so dass von einer serösen oder albuminösen Krase auch in dieser Hinsicht beim Carcinom nicht die Rede sein kann.

Obgleich man wohl im Diabetes eine eigenthümliche Veränderung in der Constitution des Blutes erwarten sollte, so hat sich doch eine solche durchaus nicht gefunden; denn ausser dem vermehrten Zuckergehalte des diabetischen Blutes besitzt es fast vollkommen dieselbe Zusammensetzung wie normales Blut; nur ist es etwas wässriger, enthält namentlich weniger Fibrin, dagegen sind die Blutzellen und festen Serumbestandtheile nur unbedeutend vermindert. (*v. Gorup-Besanez* fand sie vermehrt). Zuweilen ist das Serum diabetischen Blutes milchig getrübt (*Thomson*).

Der Begriff Scrophulosis ist eben so wenig festgestellt, als

1) *V. Gorup-Besanez*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 8. S. 523—525.

der des chronischen Rheumatismus und der Arthritis; es kann daher nicht von einer wissenschaftlichen Untersuchung des Bluts in den so benannten Zuständen die Rede sein; denn wird nicht das Blut eine andre Beschaffenheit haben müssen, wenn die sg. scrophulösen Anschwellungen der Halsdrüsen von Geschwüren auf der Rachenschleimhaut herrühren, als wenn dieselben durch tuberculöse Ablagerungen bedingt sind. Die Blutconstitution wird eine andre sein, wenn harnsäurehaltige Concremente sich in den Gelenken ablagern, als wenn in Folge von Periostitis Nekrose, Osteoporose oder Osteosklerose sich ausbildet. Doch hat man vom scrophulösen Blute behauptet (*Nicholson*[1]), dass es durch Armuth an Blutzellen, und vom arthritischen (*Garrod*[2]), dass es durch Harnsäure- und Harnstoffgehalt sich auszeichnen.

Unmittelbar nach Aetherinhalationen findet man das Blut reicher an Wasser, ärmer an Blutkörperchen und auffallend reich an Fett (*Lassaigne*[3]), *v. Gorup-Besanez*[4]).

Nach den zahlreichen Untersuchungen von *Gorup-Besanez*[5]) ist eine bestimmte Beziehung des Jugularvenengeräusches zu der chemischen Constitution des Blutes nicht vorhanden; dieses Geräusch kann ebensowohl bei einer Vermehrung aller oder einzelner fester Bestandtheile des Blutes, als bei einer Verminderung, sowie auch bei ganz normaler Zusammensetzung vorkommen.

Die Menge des Bluts im lebenden Körper hat bis jetzt noch nicht mit Genauigkeit bestimmt werden können, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil das Blut nicht vollständig aus den Gefässen eines Körpers entfernt und somit direct gewogen werden konnte; man hat sich daher genöthigt gesehen, auf indirecte Weise die Quantität des im thierischen Organismus enthaltenen Bluts zu bestimmen. *Herbst* versuchte aus der Menge von Injectionsmasse, die zur Füllung der Venen und Arterien nöthig war, die Menge in den Gefässen befindlichen Bluts zu berechnen. Wer Injectionen selbst gemacht oder wenigstens injicirte Leichname genau untersucht hat, wird die Ueberzeugung theilen, dass auf diesem Wege selbst die blosse Schätzung sehr unsicher ist. *Vogel*[6]), *Dumas*[7]) und *Weisz*[8]) haben Bestimmungsweisen angegeben, aber nicht ausgeführt. Einen sehr sinnreichen

1) *John Nicholson*, The Lancet. Novbr. 1845. p. 451.
2) *Garrod*, Lond. med. Gaz. T. 31. p. 88.
3) *Lassaigne*, Gaz. de Paris. Nr. 11. 1847.
4) *v. Gorup-Besanez*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 8. S. 515—523.
5) Derselb. ebendas. S. 532—543.
6) *Vogel*, Pathol. Anat. des menschl. K. Leipz. 1845. S. 59.
7) *Dumas*, Chim. physiol. et médicale. Paris 1848. p. 326.
8) *Weisz*, Zeitschr. d. k. k. Gesellschft. d. Aerzte. Decbr. 1847. S. 203—229.

Weg zu diesem Zwecke hat *Valentin*[1]) eingeschlagen, der darin besteht, dass einem Thiere, dessen Gewicht bekannt ist, zunächst Blut entzogen und dessen feste Bestandtheile bestimmt werden, dann aber sogleich dem Thiere in die Vene eine bestimmte Quantität reines Wasser gespritzt, von Neuem Blut entzogen und dessen fester Rückstand mit grösster Sorgfalt ermittelt wird. Aus dem Unterschiede des Gehalts an festen Bestandtheilen in den zwei verschiedenen Blutarten berechnete *Valentin* das Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht bei Hunden und Schafen; bei ersteren fand er es = 1 : 4½, bei letzteren = 1 : 5. Diese Methode würde recht genau sein, wenn die Wände der Blutgefässe nicht für ein dünneres Plasma permeabler wären, als für ein dichteres wenn die übrige Säftemasse nicht rücksichtlich ihres Wassergehalts in einem solchen Verhältnisse zum Blute stünde, dass in ihr sich der Zustand des Blutes fast augenblicklich reflectirte (wie wir diess ja schon aus der verschiedenen Zusammensetzung der einzelnen Portionen eines und desselben Aderlasses ersehen; vergl. oben S. 242), wenn das Blut nicht an die Nieren und andre Ausscheidungsorgane continuirlich Wasser abgäbe, wenn mit einem Worte die Blutgefässe wasserdichte Canäle wären (im vorliegenden Falle ohne Pforten zur Abfuhr des Wassers und Zufuhr fester Theile).

Wie different die Ansichten der Physiologen über die Menge des im Körper eines erwachsenen Menschen enthaltenen Bluts sind, geht daraus hervor, dass *Blumenbach* die Quantität zu 4 bis 5 Kilogramm, *Reil* dagegen zu 20 Kilogramm schätzte; jetzt schlägt man das Gewicht des Blutes meist zu 10 Kilogramm an, so dass es den sechsten bis achten Theil des ganzen Körpergewichtes ausmachte. Darf ich meine subjective, auf zwei an hingerichteten Verbrechern angestellte Versuche gestützte Ueberzeugung aussprechen, so möchte ich die Menge des Bluts im Körper jugendlicher Männer etwas geringer, nämlich zu 8 bis 8,5 Kilogramm schätzen.

Mein Freund, *Ed. Weber*, bestimmte unter meiner Mitwirkung das Körpergewicht zweier Verbrecher vor und nach der Hinrichtung durch das Schwert; auf diese Weise wurde die Menge des ausgelaufenen Bluts bestimmt; hierauf injicirten wir in die Gefässe des Rumpfes wie des Kopfes Wasser, bis die aus den Venen ablaufende Flüssigkeit nur noch sehr blassröthlich oder gelblich gefärbt war, und aus dem festen Rückstande derselben, der mit dem des frisch ausgelaufenen Blutes verglichen wurde, wurde die Menge des in dem Körper zurückgebliebenen Blutes berechnet. Beispiels halber führe ich nur die bei dem

1) *Valentin*, Repert. der Physiol. Bd. 3. S. 281—293.

einen Versuche erhaltenen Zahlen an; der lebende Körper des einen Verbrechers wog = 60140 grm., derselbe Körper nach der Enthauptung = 54600 grm.; also waren 5540 grm. Blut ausgelaufen; 28,560 grm. desselben hinterliessen = 5,36 grm. festen Rückstand; 60,5 grm. blutiges Wasser, nach der Injection gesammelt, enthielten 3,724 grm. feste Stoffe; im Ganzen wurden 6050 grm. aus den Venen wieder ausgelaufenes blutiges Wasser gesammelt, welche 37,24 gr. festen Rückstand enthielten, welcher = 1980 grm. Blut entspricht; demnach enthielt dieser Körper (5540 grm. durch Enthauptung auslaufendes und 1980 grm. im Körper zurückbleibendes Blut) = 7520 grm. Blut; und das Verhältniss der Blutmasse zum Körpergewicht würde fast genau = 1 : 8 sein. Bei den andern Versuchen wurde ein ganz ähnliches Resultat erhalten.

Es ist uns nicht in den Sinn gekommen, diese Versuchsmethode etwa für sehr genau zu halten; sie schien uns aber wenigstens den Vortheil zu haben, dass man auf diese Weise das Minimum des Blutgehalts eines erwachsenen Menschen erhält; denn wenn auch aus dem Parenchym der von Blutcapillargefässen durchsetzten Organe von dem injicirten Wasser feste Stoffe aufgenommen wurden, die nicht dem Blute angehörten, wird doch das dadurch erhaltene Plus durch das Minus des in den Capillaren noch zurückgebliebenen und zum Theil wohl auch transsudirten Bluts so vollkommen aufgehoben, dass unsre Rechnung sicher den Blutgehalt des menschlichen Körpers um ein weniges geringer angibt, als er in Wahrheit ist.

Ob fette Menschen und Thiere weniger Blut enthalten, als magere, ist trotz des Glaubens der älteren Aerzte und *Schultz's* Versuchen[1]) an fetten und magern Ochsen (in den letztern fand er 20 bis 30 Pfd. mehr Blut) noch keineswegs entschieden.

Ueber die Quellen, denen das Blut entströmt, über seine Bildung und Rückbildung im Einzelnen wie im Ganzen, über seine gesammte physiologische Dignität werden wir ausführlicher erst bei Betrachtung der thierischen Processe und des Stoffwechsels insbesondere sprechen; ist doch das Blut das Centrum, um welches der ganze thierische Stoffwechsel sich dreht und in dem er völlig aufgeht. Da ferner von der Entstehung und Umwandlung der chemischen Bestandtheile des Bluts schon im 1. Th. die Rede gewesen ist, so bleibt uns hier nur übrig, die Genesis und Bestimmung der morphologischen Blutelemente, obwohl mehr der histologischen Physiologie angehörig, doch kurz zu berücksichtigen.

Nach den Forschungen der ausgezeichnetsten Physiologen unsrer Zeit ist es höchst wahrscheinlich geworden, dass es mehr als eine Bildungsstätte der farblosen Blutzellen gibt. Hauptsächlich werden sie zweifelsohne im Chylus gebildet, ferner aber, wie wir oben angedeutet, in der Leber, wenigstens unter gewissen Verhältnissen;

1) *C. H. Schultz*, System der Circulation. Stuttgart 1836.

doch ist ihre Bildung oder wenigstens ihre Ausbildung und Entwicklung sicher nicht blos an einen bestimmten Ort gebunden, sondern geht auch in den mittlern Gefässen der verschiedensten Organe vor sich. Nach den ältern Beobachtungen von *J. Müller*, *E. H. Weber*, *Schwann*, *Henle*, *Reichert* und Andern haben in neuerer Zeit die Entwicklung der farblosen Blutzellen im Chylus besonders *H. Müller* [1]) und *Kölliker* [2]) studirt. Wir finden im Chylus eine Menge verschiedener morphologischer Elemente, deren Deutung als embryonale Blutkörperchen und deren Entwicklungsformen die Physiologen zu sehr verschiedenen Ansichten geführt hat. *H. Müller*, abhold der *Schleiden-Schwann*'schen Zellentheorie, denkt sich nach seinen Beobachtungen die Entstehung jener Körperchen aus dem Chylusplasma ungefähr auf folgende Weise: Schon in den feinsten Milchgefässen scheiden sich aus dem Chylus Klümpchen (solide Körperchen ohne gesonderte Zellenmembran) aus, in denen bereits dichtere Körnchen neben einer dieselbe zusammenhaltenden zähen Materie beobachtet werden; aus diesen Klümpchen bilde sich durch eine gewisse Differenzirung des chemischen Substrats zunächst die Anlage zu Schale und Kern heraus; der Kern erscheine daher in den jüngern Formationen mehr granulös, da er durch Zusammentreten der unlöslichen dichtern Körnchen entstanden sei, während die Schale sich zu einer membranösen Hülle verdichte. Da noch am Ende des Milchbrustganges Klümpchen vorkommen, die erst in Zellenbildung begriffen sind, so sei es nicht unwahrscheinlich, dass diese im Blute erst sich in wahrhafte Zellen, d. h. in farblose Blutkörperchen umwandeln; gleich diesen könne aber die erste Anlage zu solchen Zellen auch im Blute aus dessen Plasma geschehen. *Müller* macht noch darauf aufmerksam, dass die farblosen Zellen des Blutes der Mehrzahl nach dreitheilige Kerne enthalten, so dass sie auch in dieser Hinsicht den Eiterkörperchen gleichen; indessen findet man im Blute immer auch Zellen mit einfachem Kern (gleich den Schleimkörperchen gesunder Schleimhäute) und umgekehrt im Chylus Zellen mit mehrfachem Kern. Es dürfte vielleicht eine geringe Differenz in der chemischen Constitution des Chylusplasmas einerseits und des Blut- oder Exsudatplasmas (bei Eiterung) andrerseits die Ursache sein, dass sich in ersterem leichter ein einfacher, in letzterem ein gespaltener oder mehrfacher Kern bildet. *Kölliker* tritt *H. Müller's* Ansichten entschieden entgegen; er hält dafür, dass die *Schwann*-

1) *Heinr. Müller*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 3. S. 204—278.
2) *Kölliker*, ebendas. Bd. 5. S. 142—144.

sche Theorie auf die Entwicklung der farblosen Blutkörperchen ihre volle Anwendung finde; in den Anfängen der Chylusgefässe, aber nie im Ductus thoracicus, sah er theils freie theils mit Körnchen umgebene Kerne, und so auch schon junge mit leicht zerstörbaren, kaum vom Kern abstehenden Hüllen; die Existenz der Kernkörperchen behauptet er bestimmtest. Neben dieser Entstehung der Lymphkörperchen in den feinsten Chylusgefässen nimmt *Kölliker* auch eine Vermehrung derselben in den mittlern Gefässen von sich aus an; er lässt es aber unentschieden, ob durch endogene Bildung oder Theilung. Im Ductus thoracicus unterscheidet *Kölliker* grössere und kleinere Lymphkörperchen; nur von den letzteren glaubt er, dass sie sich in Blutkörperchen umwandeln, während die grössern sich im Blute allmälig auflösen sollen.

Für die Entstehung der Blutzellen des Embryo in der Leber haben sich vorzugsweise *Reichert*[1]) vor langer Zeit und neuerdings besonders *E. H. Weber*[2]) und *Kölliker*[3]) ausgesprochen; *Weber* wies insbesondere nach, dass im Frühling die Leber der Frösche eine ganz andre Farbe annehme und zu dieser Zeit eine rege Bildung neuer Blutzellen in jenem Organe vor sich gehe. In neuester Zeit hat aber *Gerlach*[4]), dem *Schaffner*[5]) eignen Beobachtungen nach beigetreten ist, zu beweisen gesucht, dass die Milz die vorzüglichste Bildungsstätte der Blutzellen sei, obwohl die vortrefflichen chemischen Untersuchungen von *Scherer* weit mehr für die von *Kölliker* und nach ihm von *Ecker*[6]) vertretene Ansicht sprechen, dass die Blutkörperchen in der Milz zumeist ihren Untergang finden. So viel steht aber fest, dass die Bildung der Blutkörperchen nicht an bestimmte Organe gebunden ist; denn wir sehen in der Keimhaut des Embryo die Blutkörperchen früher entstehen, als Gefässe und Drüsen sich gebildet haben. In der Area vasculosa bilden sich Blutkörperchen und Gefässe aus Zellen, die nach *Reichert* sich durch nichts von einander unterscheiden. Es unterliegt also wohl keinem Zweifel, dass die farbigen Blutzellen aus den farblosen hervorgehen können, unentschieden ist aber noch, ob dies immer geschieht und wie dies geschieht.

Wenn wir die farblosen Blutkörperchen blos als Bildungsüber-

1) *Reichert*, Entwicklungsleben im Wirbelthierreich. S. 22.
2) *E. H. Weber*, de pulsu u. s. w. Leipzig 1838.
3) *Kölliker*, Zeitschr. f. rat. Medic. Bd. 4. S. 147—159.
4) *Gerlach*, ebendas. Bd. 7. S. 75—82.
5) *Schaffner*, ebendas. Bd. 7. S. 345—354.
6) *Ecker*, ebendas. Bd. 6. S. 261—265.

gänge zu den farbigen betrachten, so würden wir hierin allein ihre Bestimmung, ihren physiologischen Werth zu suchen haben; allein so ephemer auch ihr Bestehen im Blute sein mag, so darf doch ihre Bedeutung für den chemischen Stoffwechsel nicht völlig geläugnet werden, zumal da viele derselben in der That nicht in die farbigen überzugehen scheinen. Diese Körperchen sind lebensthätige Zellen, welche in sich selbst einen lebhaften Stoffaustausch mit dem Blutplasma unterhalten und somit auch nicht ohne Einfluss auf die Gesammtmischung des Blutes und des Stoffwechsels im Allgemeinen sein können.

Ueber die den morphologischen Process des Uebergangs farbloser Blutkörperchen in farbige begleitenden chemischen Erscheinungen wissen wir nur eben, dass sich Hämatin allmälig in ihnen ausbildet; wir müssen uns daher hier nur begnügen, die den morphologischen Process betreffenden Ansichten der neuern Physiologen (mit Uebergehung der älteren Hypothesen) kurz anzudeuten.

Die sehr verbreitete Ansicht, dass die rothen Blutkörperchen sich aus den Kernen der Lymph- und Chyluskörperchen durch Verschwinden von deren Hülle bilden, hat in letzterer Zeit keine Vertheidiger mehr gefunden: dagegen ist *H. Müller* der Ansicht beigetreten, dass die farblosen Zellen unmittelbar in die rothen Blutkörperchen übergehen; derselbe glaubt nämlich, dass die kleinen Lymphkörperchen, wie sie sich namentlich im Ductus thoracicus finden, entstanden sind, indem sie an flüssig granulösem Inhalt so verloren haben, dass die Hülle sich ziemlich dicht an den Kern anlegt; im Blute verschwinde dann vollends aller Inhalt, so dass die Hülle in völliger Contiguität die eigentliche Schaale des Kerns bilde; deshalb sei das Körperchen dem Kern analog abgeplattet und erscheine concav; das Kernbläschen nähme aber rothen Farbstoff in sich auf, um ein vollendetes Blutkörperchen darzustellen. Dagegen spricht allerdings ausser mehrern andern Gründen das chemische Verhalten der Hüllenmembran der Blutkörperchen.

Kölliker hält die Ansicht für die wahrscheinlichste, wornach die kleinere Art der Chyluskörperchen sich durch das Verschwinden des Kerns unter Aufnahme von Farbstoff in das eigentliche Blutkörperchen umwandelt; er führt dafür folgende Gründe an: 1) die gleiche Grösse der kleinern Chyluskörperchen des Ductus thoracicus und der rothen Blutkörperchen; 2) das vollkommen gleiche Verhalten der Hülle jener Chyluskörperchen und der Membran der Blutscheiben gegen physische und chemische Einflüsse; 3) die schwach gelbliche Färbung jener Chyluskörperchen mit durchaus farblosem Kern; 4) die Abplattung, die

jedoch nicht in dem Grade stattfindet, wie bei den ausgebildeten Blutkörperchen; 5) die Kerne der kleinern Chyluskörperchen sind von den Blutkörperchen durchaus verschieden.

Gerlach hat diesen drei Theorien, bezüglich des Ueberganges der farblosen Blutkörperchen in farbige, eine vierte hinzugefügt, die er hauptsächlich auf das Vorkommen von Blutkörperchen führenden Zellen in den Malpighi'schen Körperchen der Milz und in der embryonalen Leber begründet. Nach ihm werden die farbigen Blutkörperchen innerhalb farbloser gebildet, so dass die letzteren zu ersteren sich wie Mutterzellen verhalten. Da aber dieser Gegenstand weniger der physiologischen Chemie als der reinen Histologie angehört, so mögen diese Andeutungen genügen, bis die Chemie im Stande sein wird, auch über die Bildung und Rückbildung der Blutzellen ein gültiges Wort mitzusprechen.

Wie die *Blutkörperchen* im lebenden Blute wirken, welche Zwecke sie erfüllen, nach welchen Gleichungen die chemischen Umwandlungen in ihnen vor sich gehen, darüber wissen wir bis heute noch äusserst wenig; desto reicher sind wir aber an Hypothesen, deren Werth wir in Kürze abzuschätzen versuchen wollen. Kurz nach der Entdeckung dieser eigenthümlichen Molecüle des Bluts konnte es nicht fehlen, dass man auch hier mit dem Worte „Leben" jenen unseligen Unfug trieb, dessen sich die physikalische Physiologie selbst bis auf die neueste Zeit nicht gänzlich erwehren konnte. Weil es aber an einem logischen Begriff für den Ausdruck „Leben" fehlte, lies sich in diesen alles hineinpfropfen, was nicht handgreiflicher Weise von physikalischen oder chemischen Thätigkeiten abhing. Man dachte sich die Blutmolecüle mit einem ganz individuellen Leben begabt gleich den Infusorien, ja man hielt sie zum Theil geradezu für solche (*Eble* und *Mayer*); zum Beweise dieser Behauptung schrieb man ihnen eine spontane Bewegung zu, die nach *Czermak*, *Treviranus* und *Mayer* noch in neuerer Zeit *Emmerson* und *Reader* beobachtet haben wollten. Selbst in neuester Zeit wurde einer der ausgezeichnetsten Chemiker verleitet, aus einigen Versuchen auf eine eigenthümliche Lebensthätigkeit der Blutkörperchen zu schliessen. Der geistreiche *Dumas* vermochte sich nicht der Aeusserung zu entschlagen, dass den Blutkörperchen eine gewisse Respirationsthätigkeit eigen sei, die zuweilen zu wahrhafter Asphyxie herabsinken könne. Zur Widerlegung dieser Ansicht reicht es wohl hin, zu erwähnen, dass *Dumas* hierzu nur durch die bekannte Erfahrung veranlasst wurde, dass mit neutralen Alkalisalzen

behandelte Blutkörperchen in der Ruhe zusammenkleben, stark dunkeln und bei mittlerer Temperatur sich zu zersetzen anfangen, während diese Veränderung später eintritt, wenn das mit Salzen versetzte Blut öfter geschüttelt wird; *Dumas* glaubte, dass der Zutritt des Sauerstoffs beim Schütteln die Blutkörperchen länger am Leben erhalte; allein schüttelt man sie mit Stickstoff- oder Wasserstoffgas, so dunkeln sie nicht früher, als beim Schütteln mit atmosphärischer Luft; es ist also nur die Bewegung, welche das Zusammenkleben und die weitre Zersetzung der Blutkörperchen verzögert. Im Allgemeinen sei uns aber erlaubt (um nicht missverstanden zu werden) rücksichtlich der Vitalität der Blutkörperchen zu bemerken, dass, wenn wir unter Leben blos einen Complex physischer und chemischer Thätigkeiten mit Rücksicht auf morphologische Bildung und Rückbildung verstehen, den Blutkörperchen Vitalität ebensowenig abgesprochen werden kann, als jeder andern thierischen oder pflanzlichen Zelle.

Eine schon seit langer Zeit fast allgemein gehegte Ansicht war die, dass die Blutkörperchen in den Lungen Sauerstoff aufnähmen und denselben in den Haargefässen wieder abgäben; man schloss diess hauptsächlich aus dem Hellrothwerden des Bluts in der Lunge und dem Dunkeln desselben in den Capillaren; man hielt sie mit einem Worte für Sauerstoffträger. Gegen diese Ansicht wendet *Henle* ein, dass man die Blutzellen mit gleichem Rechte auch Wasserträger nennen könne; denn sie zeigten sich ja gegen die geringsten Mengen mehr oder weniger zugeführten Wassers nicht minder empfindlich als gegen Sauerstoff und Kohlensäure; sie nähmen Wasser in sich auf und dunsteten in den Lungen einen Theil desselben wieder ab; die Gase, aus deren vermeintlich chemischer Einwirkung man jene Function der Blutzellen geschlossen habe, hätten ja nur eine mechanische Wirkung auf Form und demzufolge auf Farbe der Blutkörperchen. Die letztere Behauptung gewann nicht nur durch die oben angeführten Untersuchungen von *Nasse, Henle, Scherer* und *Bruch*, welche den Einfluss der Formveränderungen der Körperchen auf die Farbe des Bluts darthaten, sondern auch durch *Mulder's* genauere Untersuchung des Blutpigmentes, welches gegen Gase sich völlig indifferent verhielt, hohe Wahrscheinlichkeit. Hierzu kamen noch zwei andre Thatsachen, durch welche jene supponirte Function der Blutzellen vollends zweifelhaft, wo nicht unstatthaft gemacht zu werden schien: *Marchand* konnte aus Blute, in das er Sauerstoff leitete, nachdem er alle Gase daraus entfernt hatte, keine Spur Kohlensäure erhalten; also schien wenigstens in den Zel-

len selbst nicht die Umwandlung des Sauerstoffs in Kohlensäure vor sich zu gehen. Noch mehr entgegen der gewöhnlichen Ansicht schien eine andre Beobachtung, welche *Hannover* machte; derselbe fand nämlich, dass Chlorotische, deren Blut doch oft so arm an farbigen Blutzellen ist, in gleichen Zeiten ebensoviel Kohlensäure aushauchen als gesunde Frauen. Man würde also mit *Henle* glauben können, dass ein näheres Verhältniss zwischen den Körperchen und den Gasen des Blutes nicht statt finde: wenn nicht zwei gewichtige Gründe, auf nicht verschieden zu deutende Thatsachen gestützt, für die ältere Ansicht sprächen, die den Blutzellen das Vermögen vindicirt, Sauerstoff aufzusaugen. Der erste dieser Gründe beruht auf der oben angeführten Erfahrung, dass die Intercellularflüssigkeit oder Serum allein nur wenig Sauerstoff zu absorbiren vermag, während das zellenhaltige Blut das Absorptionsvermögen in sehr hohem Grade besitzt; diese Thatsache spricht so klar für die Function der Blutzellen, dass sie keiner weitern Darlegung bedarf. Der zweite Grund, welcher das Absorptionsvermögen der Blutkörperchen für Gase unterstützt, ist der, dass das diluirte Blutroth d. h. das stark gewässerte Blut, welches nur noch einzelne wiederherstellbare Blutkörperchen, den Inhalt der meisten (das Hämatin u. s. w.) in Lösung enthält, gegen Kohlensäure und Sauerstoff sich immer noch empfindlich zeigt; die Farbveränderung kann hier unmöglich von Formveränderungen der Blutkörperchen abgeleitet werden; das Hämatin *Lecanu's* und *Mulder's* ist nicht dasselbe, welches in den frischen Blutzellen enthalten ist; trotzdem dass das Lösen der Blutzellen wahrscheinlich nicht die Rolle spielt, die man ihm sonst zuertheilte, dürfte das frische lösliche Hämatin doch seinen Antheil an dem Absorptionsvermögen der Blutkörperchen für Gase haben. Der *Marchand'*sche Versuch beweist nur, dass die Blutkörperchen an sich und ausserhalb des thierischen Körpers d. h. wenn sie bereits mit Sauerstoff in Berührung waren, auf Zuleiten von Sauerstoff Kohlensäure selbst zu erzeugen nicht im Stande sind. Was endlich die Erfahrung *Hannover's* betrifft, so ist diese, abgesehen davon, dass sie mehrere Deutungen zulässt, keineswegs der Art, um jene Fähigkeit der Blutzellen zu widerlegen; denn wenn ein Mensch mit wenig Blutkörperchen ebensoviel Kohlensäure exhalirt als einer mit viel Blutkörperchen, so folgt daraus nicht, dass die Kohlensäureerzeugung lediglich von den Blutkörperchen abhängig sei, was im Gegentheil geradezu in Abrede zu stellen ist. Die Blutkörperchen nehmen ja die meiste Kohlensäure aller Wahrscheinlichkeit nach erst in den Capil-

laren auf und sind bekanntlich im Stande weit mehr Kohlensäure aufzunehmen, als sie gewöhnlich im venösen Blute führen; 80 oder 100 Blutkörperchen chlorotischen Bluts können dieselbe Menge Kohlensäure aufnehmen, welche 120 Blutkörperchen gesunden Bluts in den Capillaren aufzusaugen pflegen; jene 80 können daher auch in den Lungen ebensoviel Kohlensäure exhaliren, als sonst 120. Ueberdiess besitzt aber die Intercellularflüssigkeit für Kohlensäure ein weit grösseres Lösungsvermögen als für Sauerstoff, und es würde demnach der Blutkörperchen gar nicht bedürfen, um die in die Capillaren transsudirte Kohlensäure den Lungen zuzuführen. Wir halten daher die Ansicht, welche den Blutkörperchen die Function zuschreibt, Sauerstoff aufzunehmen und theilweise in den Capillaren wieder abzugeben, nicht nur nicht für widerlegt, sondern gerade das Gegentheil für erwiesen.

Es drängt sich hierbei nur noch die Frage auf: ob der Sauerstoff von den Blutzellen nur mechanisch aufgenommen oder locker gebunden werde, oder ob er chemisch sich mit einzelnen Bestandtheilen derselben vereinige und somit ohne Weiteres schon in den mittleren Gefässen zur Bildung von Kohlensäure Veranlassung gebe. Zweifelsohne ist beides der Fall; der grösste Theil des in den Lungen absorbirten Sauerstoffs wird von den Blutkörperchen nur mechanisch aufgesogen oder schwach gebunden den Capillaren zugeführt; das geht aus den Versuchen von *Magnus, Marchand* und Andern evident hervor; es würde aber höchst auffallend wo nicht wunderbar sein, wenn die für äussere Einflüsse und namentlich chemische Agentien so empfindlichen Blutzellen, in denen ein reger Stoffwechsel nicht zu läugnen ist, vom Sauerstoff ganz unangetastet blieben. Diess ist aber auch keineswegs der Fall, wie directe Beobachtungen lehren. Wir haben oben gezeigt und werden noch an einem andern Orte durch speciellere Mittheilung der Analysen darthun, dass die Unterschiede in der chemischen Constitution der arteriellen und venösen Blutkörperchen schwerlich anders als durch Annahme einer chemischen Einwirkung des Sauerstoffs auf einzelne organische Bestandtheile der Blutkörperchen in den Lungen zu deuten sind. Wir erinnern hier nur daran, dass wir die Mineralstoffe und das Hämatin in den Blutkörperchen nach der Inspiration von Sauerstoff vermehrt, dagegen die organischen Stoffe und besonders die Fette erheblich vermindert fanden; es lässt sich diese unbestreitbare Thatsache wohl kaum anders deuten, als durch die Annahme, dass die Mineralstoffe und das Hämatin durch Sauerstoffaufnahme wahrscheinlich nur an Gewicht zunehmen können, während die organischen Stoffe und

besonders die Fette durch Oxydation zerstört, und ihre Zersetzungsprodukte in die Intercellularflüssigkeit übergeführt werden, oder wenigstens durch Wasser- und Kohlensäurebildung eine erhebliche Gewichtsverminderung erleiden. Dass aber die Blutkörperchen von den Capillaren des kleinen Kreislaufs bis zu denen des grossen gleich mechanischen Molecülen unalterirt hinüberschwimmen, wird wohl Niemand im Ernste glauben.

Sind wir aber auch noch nicht im Stande, die Function der Blutkörperchen nach exacten Unterlagen in chemischen Gleichungen auszudrücken und hiernach ihren physiologischen Werth zu begreifen: so können wir uns doch aus den vorliegenden Thatsachen eine generelle Anschauung über den Zweck ihres Bestehens im Blute bilden. Die Blutkörperchen sind Zellen mit eigenthümlichem Inhalte; schon aus physikalischen Gründen können sie ohne fortdauernden Stoffwechsel nicht gedacht werden. Ihre Thätigkeiten müssen entsprechend sein dem Menstruum, in dem sie suspendirt sind, so wie überhaupt allen den Verhältnissen, unter denen sie sich im lebenden Körper befinden. Schon a priori ist zu schliessen, dass jede junge Thierzelle sich im gesunden Blute unter den einmal gegebenen Verhältnissen in Blutkörperchen unwandeln muss, ganz so wie wir den Urtypus der Thierzelle, das Chyluskörperchen, in Blutkörperchen übergehen sahen; denn der Satz ist auch in der Physiologie unumstösslich, dass gleiche Bedingungen auf gleiche Substrate dieselben Erfolge äussern müssen. Ist aber die Bildung einer Zelle abhängig von dem sie umgebenden Medium, so kann sie auch ihre weitere Thätigkeit nur in Rücksicht auf dieses entwickeln; die Blutzellen müssen also mit dem Plasma in einer immerwährenden Wechselwirkung stehen, ebenso wie die Hefezellen mit dem Gährungsgemisch. Welche Umwandlungen aber durch diese Wechselwirkung erzielt werden, das ist eben noch der Zweck fernerer Forschung. So weit sich für jetzt dieser Gegenstand übersehen lässt, dürfte man wohl von der Wahrheit nicht zu sehr abirren, wenn man sie als Organe d. h. als Werkstätten ansieht, in denen einzelne Bestandtheile des Plasma zu ihrer fernern Bestimmung, nämlich zur Bildung und Reproduction der Gewebe, verarbeitet werden. Will man freilich Bestandtheile des Plasmas namhaft machen, so verliert man sich in ein Labyrinth von Hypothesen. So hat man z. B. geglaubt, in den Blutkörperchen werde aus dem Eiweiss Faserstoff fabricirt; diess ist möglich, insofern der Faserstoff ein bereits zur Ablagerung in den Geweben verarbeiteter Stoff zu sein scheint, aber unwahr-

scheinlich, da wir auch im Blute, welches sehr arm an Blutkörperchen ist, zuweilen den Faserstoff ausserordentlich zunehmen sehen (Chlorose).

Das Bestehen der Blutkörperchen ist, wie das aller lebensthätigen Zellen, an eine bestimmte Dauer gebunden (ja hat man doch in dieser begrenzten Dauer des Bestehens von naturphilosophischer Seite her eine specifische Eigenschaft lebender Wesen finden wollen, als ob einem physikalischen oder chemischen Processe nicht auch eine begrenzte Dauer, ein Anfang und ein Ende, zukomme). Auch die Thätigkeit der Blutkörperchen findet ihr Ende, auch sie finden ihren Tod; daran zweifelt Niemand, obgleich die Art und Weise ihres allmähligen Unterganges noch keineswegs erkannt ist. Man weiss nur soviel, dass bei der mikroskopisch-chemischen Untersuchung die Blutkörperchen desselben Blutes chemischen Agentien verschieden lange widerstehen; man schliesst hieraus, dass die leichter zersetzbaren, welche meist intensiver gefärbt erscheinen, die ältern sind, während man jene, welche schwerer verändert werden, blasser sind und in einem granulösen Inhalte das Rudiment eines Kerns zu enthalten scheinen, für die jüngeren hält. Wie lange das Leben eines Blutzellenindividuums dauere, darüber ist noch kein Aufschluss erlangt worden; die Beobachtung von *Harless*, dass ein Froschblutkörperchen nach 9 bis 10maligem Wechsel von Sauerstoff und Kohlensäure völlig verschwindet, würde uns eine ungefähre Deutung der Dauer desselben geben können, wenn nur nicht bei diesen Versuchen reiner Sauerstoff und reine Kohlensäure abgewechselt hätten, während in den Lungen nur atmosphärische Luft, die etwa 4% Kohlensäure enthält, auf die Blutkörperchen einwirkt. Dass die Dauer der rothen Körperchen des Blutes nicht allzukurz anzunehmen sei, lässt sich aus einer nähern Vergleichung des Blutes öfter wiederholter Aderlässe entnehmen; wenn nämlich selbst nach einem nicht allzureichlichen Aderlasse sich noch mehrere Tage darauf das Blut an Körperchen ärmer und nach mehrern Aderlässen selbst auf längere Zeit an solchen verarmt zeigt, so beweist dieses gewiss, dass ihre Regeneration nicht allzu schnell vor sich gehen kann; wenn aber ihre Regeneration langsam vor sich geht (wofür auch die reichliche Menge farbloser Blutkörperchen im Blute nach starken Blutverlusten spricht), so kann ihre Dauer nicht eine zu kurze sein, denn sonst könnte die Zahl der gefärbten Blutkörperchen nicht so überwiegend über die der farblosen sein.

Die Frage, ob vorzugsweise an einem bestimmten Orte die Blutkörperchen zu Grunde gehen, ist bis heute noch nicht

mit Sicherheit beantwortet. Man dachte sich wohl früher den Untergang der Blutkörperchen im Allgemeinen so, dass sie durch die wechselnde Einwirkung von Sauerstoff und Kohlensäure so wie der verschiedenartigen Salze und andrer Stoffe allmählig, d. h. im ganzen Verlaufe der Blutgefässe zerstört und ihre Producte nach und nach aufgelöst würden. Da das arterielle Blut im Ganzen ärmer an Blutkörperchen gefunden wird, so hätte man hierin wohl eine Stütze für die Ansicht suchen können, dass die alternden Blutzellen hauptsächlich in den Lungencapillaren durch den zutretenden Sauerstoff zerfielen: allein da nur nachgewiesen ist, dass das Gewicht der Summe der Blutkörperchen vermindert ist, nicht aber ob sie auch an Zahl abgenommen haben, so ist man keineswegs gezwungen anzunehmen, dass die Blutzellen in den arteriellen Gefässen zu Grunde gingen; ja es ist sogar aus andern Gründen wahrscheinlich, dass nicht ihre Anzahl, wohl aber das Gewicht jeder einzelnen durch die Respiration einen Verlust erleidet. Man zog es aber überhaupt vor, den Untergang der Blutkörperchen an einen bestimmten Ort zu verlegen, und *Schultz* war es hauptsächlich, der die Leber für das Organ hielt, in welchem die ,,Blutmauser" vor sich ginge. *Fr. Chr. Schmid's* genauere Untersuchungen des Pfortaderblutes und der darin vorkommenden, von denen andern Bluts verschiedenen farbigen Zellen schienen jener Hypothese noch einen exactern Grund zu gewähren. Wir haben bereits in dem Obigen unter ,,Galle" so wie unter ,,Blut" weitläufig genug über die Constitution des Pfortaderbluts und sein Verhältniss zur Leberfunction gesprochen, und sind durch die vergleichenden Analysen des Pfortader- und Lebervenenbluts zu dem Resultate gelangt, die Leber eher für ein Verjüngungsorgan der Blutkörperchen als für den Ort ihrer Zerstörung zu halten, wiewohl wir nicht in Abrede stellen konnten, dass von der Milzvene her der Pfortader Blutkörperchen zugeführt würden, die man gewöhnlich für alternde zu halten pflegt; während der Verdauung dagegen fanden wir im Pfortaderblute nur normale Blutkörperchen. Die Ansicht von *Schultz* dürfte daher wohl nur unter gehöriger Restriction noch als gültig anerkannt werden. Dagegen ist aber in neuerer Zeit von *Kölliker* und später von *Ecker* aus histologischen Untersuchungen der Milz und besonders der Malpighi'schen Körperchen derselben die Ansicht abgeleitet worden, dass dasjenige Organ, welches man früher allgemein für die Werkstätte der Blutbildung hielt und von *Gerlach* und *Schaffner* noch dafür gehalten wird, hauptsächlich der Ort sei, wo die Blutkörperchen ihrer Auflösung und völligen Zerstö-

rung entgegen gehen. Bei dem Zwiespalt der Meinungen der zuverlässigsten Histologen müsste man daran verzweifeln einer der beiden entgegengesetzten Ansichten den Vorzug zu geben, wenn nicht hier, wie so oft, die chemische Analyse der histologischen hülfreich zur Seite träte. *Jos. Scherer* hat nämlich eine vortreffliche, an neuen Entdeckungen reiche Untersuchung der Milzpulpe ausgeführt, deren wesentlichstes Resultat dieses ist, dass in dem Milzsafte sich die merkwürdigsten Uebergangsstufen der Zersetzungsproducte stickstoffhaltiger und eiweissartiger Materien und des Blutfarbstoffs selbst angesammelt finden. Es geht aus dieser Untersuchung mit der höchsten wissenschaftlichen Wahrscheinlichkeit hervor, dass die Milz den zu ihrer Function nicht mehr tauglichen Blutkörperchen den Untergang bereitet. Wir versparen den nähern Nachweis dieser aus der einfachsten Induction hervorgehenden Hypothese auf die chemisch-physiologische Betrachtung der Milz, da ohnediess diese dem Blute gewidmete Abhandlung den ihr geziemenden Raum allzusehr überschritten hat.

Chylus.

Der Chylus oder Milchsaft hat verschiedene physikalische Eigenschaften je nach der Art, nach dem nüchternen oder gesättigten Zustande des Thiers, nach dem Theile der Chylusgefässe, denen er entlehnt wurde, so wie endlich nach der Art der genossenen Nahrungsmittel. Gewöhnlich bildet er eine milchig opalisirende, gelblich weisse oder blassröthliche Flüssigkeit, von schwachem thierischem Geruche und etwas salzigem aber dabei fadem Geschmacke, von sehr schwach alkalischer Reaction. Gleich dem Blute gerinnt er 9 bis 12 Minuten, nachdem man ihn dem Chylusgefässe entnommen hat; das Coagulum, welches sich nach 2 bis 4 Stunden contrahirt hat, ist viel geringer als das des Blutes, sehr weich, zerreissbar, ja zuweilen nur gallertartig; an der Luft färbt es sich (namentlich das von Pferden) meist etwas lichtroth, wenn es vorher gelb gefärbt war. Das Chylusserum, wenn auch klarer, als der frische Chylus, bleibt immer etwas trüb. Beim Verdünnen mit blossem Wasser trübt sich das Chylusserum

gewöhnlich nicht; damit gekocht, bildet es eine milchweisse Flüssigkeit, aus der sich gewöhnlich nur einzelne Klümpchen abscheiden; durch Essigsäure entsteht oft (*Nasse*[1]) eine Trübung; beim Verdunsten der von dem Eiweiss-Coagulum abfiltrirten Flüssigkeit bilden sich auf deren Oberfläche farblose durchsichtige Häute (Natronalbuminat). Durch Aether wird das Chylusserum nicht coagulirt, sondern klarer; zwischen Aether und Chylusserum bildet sich eine schmutzig gelblich weisse, rahmartige Schicht.

Bei Vögeln, Amphibien und Fischen ist der Chylus nach *Tiedemann* und *Gmelin* so wie nach *Nasse* fast farblos und durchsichtig; nach *J. Müller*, *Gurlt*, *Simon*, *Nasse* und meinen eignen Erfahrungen ist der Chylus von Pferden mehr röthlich gefärbt, als der irgend eines andern Thiers, dessen Chylus untersucht wurde; völlig milchweiss fand *Nasse* den Chylus von Katzen. Nur während der Verdauung pflegt der Chylus stark getrübt zu sein, ausser derselben bildet er eine schwach opalisirende Flüssigkeit, die nur im Ductus thoracicus eine röthliche Farbe zeigt.

An morphologischen Elementen ist der während der Verdauung gesammelte Chylus sehr reich, da er als eine höchst plastische Flüssigkeit die verschiedensten Entwicklungsstufen der Zellenformation enthält. Man hat daher sehr verschiedene Molecüle in ihm unterschieden, und verschiedene Entwicklungsstufen mit dem Namen der Chyluskörperchen belegt. (*J. Müller*[2]), *Schultz*[3]), *R. Wagner*[4]), *Henle*[5]), *Nasse*[6]), *Arnold*[7]), *Kölliker*[8]), *Herbst*[9]), *H. Müller*[10]).

Da eine genauere Beschreibung dieser Molecüle mehr in die Histologie gehört, so verweisen wir auf die Arbeiten der eben genannten Männer und führen hier nur das Wesentlichste an von dem, was sich mikroskopisch im Chylus an Molecülen erkennen lässt. Zunächst findet man im Chylus, namentlich in solchem, der den feinsten Chylusgefässen während der Verdauung entlehnt ist, *äusserst feine Körnchen*,

1) *H. Nasse*, Handwörterb. der Physiol. Bd. 1. S. 235.

2) *J. Müller*, Handb. d. Physiol. Bd. 1. S. 254 ff.

3) *Schultz*, System der Circulation. Stuttg. 1836. S. 45.

4) *R. Wagner*, Beitr. z. vergl. Physiol. Bd. 2. S. 56 ff.

5) *Henle*, Allg. Anat. S. 421—471.

6) *Nasse*, Handwörterb. d. Phys. Bd. 1. S. 226 ff.

7) *Arnold*, Anatomie. S. 260.

8) *Kölliker*, Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844. S. 50 u. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4. S. 142—147.

9) *Herbst*, Lymphgefässsyst. u. seine Verrichtungen. Götting. 1844. S. 603.

10) *H. Müller*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 3. S. 239.

die unter dem Mikroskope über dem Sehfelde einen dünnen Schleier verbreiten; diese Molecüle sind besonders von *H. Müller* genauer untersucht und als Fettkörnchen, umgeben von einer proteïnartigen Hülle, erkannt worden; nur auf Zusatz von Wasser bleiben diese Körnchen unverändert, versetzt man aber den Chylus mit Essigsäure oder verdünntem Aetzkali, so fliessen sie zusammen und bilden die gewöhnlichen Fetttröpfchen; dasselbe geschieht, wenn man Chylus eintrocknen lässt und den Rückstand wieder in Wasser löst. Die meisten Beobachter stimmen darin überein, dass im frischen Chylus der meisten Thiere *keine wahren Fetttröpfchen* vorkommen; nur beim Menschen hat man sie öfter gefunden; hier ist aber wahrscheinlich der Chylus, da er meist aus älteren Leichnamen entlehnt worden war, schon theilweise zersetzt gewesen, so dass die angehende Fäulniss gleich dem Kali gewirkt hatte.

Ausser jenen feinsten Molecularkörnchen finden sich im Chylus und zwar ebenfalls hauptsächlich in den Anfängen der betreffenden Gefässe *gröbere Körnchen*, die sich zu Häufchen zusammengruppiren und durch eine hyaline Substanz zusammengehalten zu werden scheinen (*H. Müller*), so wie auch deutliche *Kerne* mit scharfen Contouren und deutlichem Kernkörperchen, die zuweilen von einzelnen Körnchen bedeckt sind (*Kölliker*).

Man hat meistens noch besondere *Chyluskörperchen* als eigenthümlichen Bestandtheil des Chylus angenommen; allein im Wesentlichen sind diese von den sg. Lymphkörperchen oder farblosen Blutkörperchen durchaus nicht verschieden; sie unterscheiden sich von letztern der Mehrzahl nach nur dadurch, dass sie verschiedene Stadien der Entwicklung dieser Zellen repräsentiren. Sie zeigen daher sehr verschiedene Grössen und Formen, bald einen deutlichen, bald einen undeutlichen Kern, zuweilen auch einen gespaltenen Nucleus, der oft erst auf Zusatz von Wasser deutlich gemacht werden kann, weshalb im Chylus selbst diese Körperchen nur matt durchscheinenden Blasen gleichen; merkwürdig ist, dass viele derselben in den Chylusgefässen mittlerer Weite oft eine Grösse von $^1/_{200}'''$ haben, während im Chylus des Milchbrustgangs fast nur solche von $^1/_{250}$ bis $^1/_{350}$ vorkommen.

Ihr chemisches Verhalten ist theils bei den farblosen Blutkörperchen bereits erwähnt worden, theils kommen wir bei den Eiterkörperchen wieder darauf zurück.

Farbige Blutkörperchen werden im Chylus, namentlich in dem des Ductus thoracicus, constant gefunden, jedoch immer in sehr geringer Menge, sobald er vorsichtig gesammelt worden ist.

Um sich frischen Chylus in möglich grösster Menge zu verschaffen, tödtet man ein Thier zwei bis fünf Stunden nach der Fütterung durch Strangulation oder den Nackenstich, öffnet schnell die Brusthöhle und unterbindet den Ductus thoracicus kurz vor seiner Einmündung in die V. subclavia; wartet man nun kurze Zeit, so wird der Milchbrustgang sich mit Chylus anfüllen, so dass er davon gespannt und wie injicirt wird; hierauf präparirt man ihn bis in die Bauchhöhle zur Cisterne herab und entleert den Inhalt mit Vorsicht (um Blutbeimengung zu vermeiden) entweder durch eine feine Troiquartnadel oder durch einen einfachen Einschnitt. Mehr Chylus erhält man, wenn man blos den Brusttheil des Ductus thoracicus bloslegt und sofort durch Einschnitt den Chylus ausfliessen lässt; allein der jähe Abfluss des Chylus in dem frisch getödteten Thiere kann möglicher Weise ein reichlicheres Zufliessen von Lymphe und wässriger Flüssigkeit bedingen, so dass der gewonnene Chylus nicht ganz den Charakter des normalen Milchsaftes trägt.

Was die chemischen Bestandtheile des Chylus betrifft, so sind diese denen des Blutes vollkommen entsprechend; bis jetzt hat man nur sehr geringe, ja durchaus unwesentliche Unterschiede zwischen dem Plasma des Blutes und dem Chylus ermitteln können; diess ist allerdings sehr leicht erklärlich; denn der genauern chemischen Analyse war nur der Milchsaft des Ductus thoracicus zugänglich, eine Flüssigkeit, die nicht nur an sich dem Blute weit ähnlicher ist, als der Chylus der feinern Gefässe, sondern die selbst von den Lymphgefässen der Milz aus bereits farbiges Blut sammt Blutkörperchen aufgenommen hat.

Nach den ungelösten Molecülen des Chylus, deren chemische Constitution noch viel mehr ausser dem Bereiche unsrer heutigen Forschung liegt, als die der vollendeten Blutzellen, zieht auch hier der Faserstoff hauptsächlich unsre Aufmerksamkeit auf sich. Derselbe unterscheidet sich nämlich durchschnittlich von dem des Blutes durch eine weit geringere Contractilität, durch eine mehr gallertartige Beschaffenheit, welche die pathologischen Anatomen serös infiltrirt nennen würden; gleich dem Faserstoff in manchen krankhaften Exsudaten löst sich derselbe zuweilen, namentlich wenn die umgebende Temperatur über das gewöhnliche Mittel steigt, einige Stunden nach der Gerinnung wieder auf; er zeigt unter dem Mikroskop auch gewöhnlich nicht die fasrige Textur des fest geronnenen Blutfibrins, löst sich in verdünnten

Alkalien und organischen Säuren sehr leicht auf, und nach kurzer Digestion auch in Salpeterwasser, ja selbst in Salmiaklösung; aus der essigsauren Lösung wird er durch Salmiak, und aus der salmiakhaltigen Lösung durch Essigsäure fast vollständig wieder niedergeschlagen. In gehörig entfettetem, ausgewaschenem und getrocknetem Chylusfibrin fand ich nur 1,77 % stark alkalischer Asche. Gleich dem Blutfibrin schliesst das des Chylus immer einige der oben genannten morphologischen Bestandtheile des Chylus mit ein, und ist deshalb hauptsächlich noch fettreicher als das des Blutes; jedoch geschieht es wohl sehr selten, dass der Faserstoff des Chylus beim Gerinnen alle jene Elemente mit einschliesst, welche in der Intercellularflüssigkeit suspendirt waren; deshalb ist das Chylusserum zwar gewöhnlich klarer, als der ursprüngliche Chylus, allein einige Trübung oder wenigstens Opalescenz behält es immer bei.

Im Serum des Milchsaftes prävalirt unter den festen Bestandtheilen ebenfalls das Albumin. Man hat dasselbe für ein unvollkommnes, noch nicht ausgebildetes Eiweiss halten wollen (*Prout*), und zwar aus dem Grunde, weil es beim Erhitzen gerinnt und gleichzeitig durch Essigsäure einigermassen gefällt wird. Abgesehen von dem Unlogischen, was chemischer Seits in der Annahme einer unvollkommnen Substanz liegt (denn ist z. B. Sumpfluft ein vollkommnerer Kohlenwasserstoff als ölbildendes Gas oder umgekehrt?), so wird nach dem im 1. Th. S. 341 Bemerkten Jedermann zunächst auf den Gedanken kommen, dass im Chylus das Albumin nur mit mehr Alkali als im normalen Blute verbunden ist; und diess bestätigt auch die directe Untersuchung (wenigstens beim Chylus des Milchbrustgangs der Pferde). Durch sehr starkes Verdünnen mit Wasser wird das Chylusserum durchaus nicht getrübt, beim Kochen bildet es weniger cohärente Flocken, als eine milchweisse, undurchsichtige Flüssigkeit; beim Abdampfen des Chylusserums bilden sich auf dessen Oberfläche farblose Häute; das wässrige Extract des Chylusrückstandes reagirt stark alkalisch, und seine Lösung wird durch Neutralisation mit Essigsäure getrübt; nach dem Verschwinden der Trübung durch stärkern Zusatz von Essigsäure bewirkt Blutlaugensalz eine bedeutende Fällung; der wässrige Auszug des Chylusrückstands giebt beim Kochen mit Salmiak eine bedeutende Trübung, ebenso auch auf Zusatz von Salpetersäure. In dem mit Wasser, Alkohol und Aether ausgelaugten Albumin fanden sich beim Einäschern 2,068 % Mineralbestandtheile und darunter noch viel alkalische, mit Säuren aufbrausende Salze. Es ist somit die oft

behauptete Gegenwart von Casein im Chylus nicht nur nicht erwiesen, sondern sogar unwahrscheinlich.

Wichtig würde es gewesen sein, die *Peptone* der eiweissartigen Stoffe der Nahrungsmittel im Chylus nachzuweisen, allein bei dem Mangel an empfindlichen Reagentien für dieselben lässt sich diese Frage durch die directe Untersuchung nicht entscheiden; da der Chylus an nicht coagulirbaren, nur in Wasser löslichen Substanzen 2,5 bis 3,0 % enthält, und darunter besonders viel Natronalbuminat und Mineralsalze sind, so ist es wenigstens unwahrscheinlich, dass in dem aus dem Ductus thoracicus entleerten Chylus der Pferde Peptone vorkommen; es bleibt daher die Frage gänzlich unentschieden, ob die Peptone in den Mesenterialdrüsen zu Albumin und Fibrin verarbeitet werden.

Dass Fett in grosser Menge im Chylus enthalten ist, geht schon aus der mikroskopischen und mikroskopisch-chemischen Untersuchung hervor; durch ebendieselbe lässt sich auch mit einiger Wahrscheinlichkeit nachweisen, dass der Chylus in den Anfängen und den feinern Chylusgefässen viel unverseiftes, im Ductus thoracicus dagegen mehr verseiftes Fett enthält. Ein krystallisirbares Fett konnte ich aus den Chylusfetten des Pferdes, aus den verseiften sowohl als aus den unverseiften, auf keine Weise erhalten; auch andre Experimentatoren geben an, dass sie nur ein schmieriges und ein talgartiges Fett erhalten haben, ohne aber wohl genauer auf Darstellung mikroskopischer Fettkrystalle auszugehen.

Zucker wollen einige Autoren im Chylus gefunden haben, andre nicht; besonders will *Trommer*[1]) im Chylus von Pferden mittelst der von ihm entdeckten Zuckerprobe solchen gefunden haben; allein bekannt sind die Verhältnisse, welche die Brauchbarkeit dieses Prüfungsmittels ausserordentlich beeinträchtigen können; namentlich wirkt das selbst in das alkoholische Extract übergehende Natronalbuminat des Chylus störend auf die Reaction ein; dasselbe kann mit Kupfervitriol und Kali die schönste blaue Lösung und, wenigstens bei anhaltendem Kochen, einen gelbrothen Niederschlag geben, ohne dass eine Spur Zucker im Chylus enthalten ist; es bildet sich das von *Lassaigne* untersuchte Kupferoxydalbuminat, welches bei längerm Kochen mit Kali ebenfalls Kupferoxydul ausscheidet. Im Chylus mit Kleie gefütterter Pferde habe ich durchaus keinen Zucker nachweisen können, dagegen

1) *Trommer,* Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 39. S. 360.

konnte ich nach längerer Fütterung der Pferde mit Stärkmehl oder sehr stärkmehlreichem Futter unter Anwendung der Th. 1. S. 292 angegebenen Methode und berührten Cautelen so wie auch durch die Gährungsprobe Zucker mit Bestimmtheit auffinden. Es scheint also, als ob nur bei Ueberfluss von Zucker im Darme solcher in nachweisbarer Menge in den Chylus übergehen könne.

Gallenbestandtheile sind im Chylus auf keine Weise zu entdecken (vergl. oben S. 69 und 84).

Milchsaure Alkalien sind im Chylus wenigstens nach Fütterung mit stärkmehlreichen Nahrungsmitteln bestimmt von mir nachgewiesen worden (vergl. Th. 1. S. 100).

Der Chylus ist sehr reich an Alkalien, welche zum Theil an Albumin zum Theil an Milchsäure und Fettsäuren gebunden sind; daher reagirt die wässrige Lösung der Asche sehr stark alkalisch und braust mit Säuren auf.

Schwefelsaure Alkalien sind präformirt im Chylus nicht enthalten, wohl aber in dessen Asche. Wird nämlich das wässrige Extract des vorher mit Alkohol und Aether behandelten festen Chylusrückstandes vorsichtig mit Essigsäure neutralisirt, abgedampft, wieder in Wasser gelöst, filtrirt und nach vorgängigem Ansäuern durch Salpetersäure mit einem Barytsalze versetzt, so entsteht nicht die geringste Trübung, noch nach längerer Zeit das geringste Sediment.

Von Rhodanverbindungen, die möglicher Weise von dem in den Darm gelangten Speichel hätten in den Chylus übergehen können, ist keine Spur nachzuweisen; wenigstens färben Eisenoxydsalze das alkoholische Chylusextract nicht merklich roth.

Phosphorsaure Alkalien sind selbst in der Asche des aus Pflanzennahrung entsprossenen Chylus nur in sehr geringer Menge enthalten.

Chlornatrium und Chorkalium sind in dem Chylus in ziemlich grosser Menge enthalten. Man hat aber auch Ammoniaksalze und namentlich Salmiak in demselben zu finden geglaubt; der Grund, welcher zu diesem irrthümlichen Glauben verführt hat, ist bereits im 1. Th. S. 426 u. 427 angeführt worden. Namentlich zeigen sich die mit Salmiak verwechselten Chlorkalium- und Kochsalzefflorescenzen beim Verdunsten des spirituösen Auszugs unter dem Mikroskop; beständen dieselben aus Salmiak, so würde man nicht die Krystalle von phosphorsaurem Natron, sondern die so leicht erkennbaren Krystalle von phosphorsaurem Natron-Ammoniak haben wahrnehmen müssen;

Platinchlorid schlägt übrigens aus der spirituösen Lösung die Kalium-, nicht aber die Ammoniumverbindung nieder. Dass übrigens die oktaëdrischen und tetraëdrischen Formen, in welchen das Chlornatrium so häufig unter dem Mikroskop aus abgedunsteten, thierischen Flüssigkeiten erhalten wird, und so auch oft aus dem Chylus, keine Zeichen für die Gegenwart von Harnstoff sind, ist ebenfalls im 1. Th. S. 165 erklärt worden.

Sehr schwierig ist es zu entscheiden, ob das Chylusserum gleich dem des Blutes frei von Eisen sei oder nicht; *Reuss* und *Emmert*[1]), *Vauquelin*[2]), *Rees*[3]) und *Simon* glauben sich von dem Eisengehalte des Chylusserums überzeugt zu haben und halten es für loser gebunden als im Blute, d. h. wohl an Phosphorsäure oder andre Stoffe gebunden, welche die gewöhnlichen Reactionen auf Eisensalze nicht verhindern. Der Grund, weshalb wir aus diesen so wie aus eignen Untersuchungen auf Eisengehalt des Chylusserums zu schliessen uns noch nicht für berechtigt halten, ist der, dass das Chylusserum niemals völlig frei von gefärbten oder wenigstens farblosen Zellen erhalten werden kann, und dass deshalb das im Chylusserum gefundene Eisen recht wohl jenen Zellen angehören kann. Absoluten Mangel an Eisen im Chylusserum wird freilich Niemand behaupten wollen, ebenso wenig als absolute Abwesenheit desselben im Blute; denn das Eisen muss natürlich aus dem Plasma des Chylus in die Zellen und im Blute aus den zu Grunde gehenden Zellen in die Intercellularflüssigkeit zurückgehen; allein einen integrirenden Bestandtheil der einen oder der andern Flüssigkeit scheint das Eisen nicht auszumachen.

Ueber das analytische Verfahren bei der quantitativen Untersuchung des Chylus dürfte nach dem, was wir oben über die Analyse des Bluts und der thierischen Flüssigkeiten im Allgemeinen schon früher bemerkt haben, nur wenig hinzuzufügen sein. Es ist schon aus den mitgetheilten Eigenschaften der Chylusbestandtheile ersichtlich, dass die quantitative Bestimmung der Zellen, des Fibrins und des Albumins im Chylus eine höchst unsichere sein muss; wir besitzen kein Mittel, um die Chyluskörperchen und andere Molecüle für sich filtrirbar zu machen oder wenigstens ihr Gewicht in Rechnung zu bringen; sie vertheilen sich sammt den andern im Chylus suspendirten Molecü-

1) *Reuss* und *Emmert*, Reil's Arch. Bd. 8. S. 147—218.

2) *Vauquelin*, Ann. du Museum nation. d'hist. nat. T. 18. p. 240.

3) *Rees*, Medical Gaz. Jan. 1841.

len auf Fibrin und Albumin; da das Chylusfibrin in der Regel weit unvollkommner gerinnt, so schliesst es die Lymphkörperchen noch weniger vollständig ein, als das Fibrin des Blutes; die im Chylus suspendirt gebliebenen Molecüle werden also vom coagulirten Albumin eingeschlossen. Das Senkungsvermögen der Chyluskörperchen ist so gering, dass oft das coagulirte Albumin sich an der Luft wegen eingeschlossener pigmenthaltiger Zellen ebenso röthet, wie das Chylusfibrin. Es bleibt daher immer nur eine einigermassen annähernde Bestimmung, wenn man, wie beim Blute, vom festen Rückstande des Chyluskuchens den durch Schlagen bestimmten Faserstoff abzieht. Was daher in den gewöhnlichen Analysen als Fibrin bestimmt ist, bestand oft kaum zur Hälfte aus eigentlichem Fibrin; es enthält nicht blos jene Molecüle, sondern auch ausserordentlich viel Fett, welches man hier, so wie bei Blutanalysen, aus dem Fibrin zu entfernen gewöhnlich versäumt hat. Mehr als bei irgend einer andern thierischen Flüssigkeit sind beim Chylus die für die Bestimmung des Albumins Th. 1. S. 347—349 hervorgehobenen Vorsichtsmassregeln zu beachten. Ebenso muss die Fettbestimmung mit allen beim Blute namhaft gemachten Cautelen ausgeführt werden. Rücksichtlich der Bestimmung der einzelnen Extracte und der Mineralbestandtheile gelten die oft erwähnten Regeln. Leider liegen uns aber wenig Analysen vor, die, da sie meist ältere sind, mit allen jetzt anwendbaren analytischen Hülfsmitteln durchgeführt wären und somit reine physiologische Resultate geben könnten. Die Resultate bisheriger fremder und eigner quantitativer Untersuchungen lassen sich in Folgendem übersehen:

Der Wassergehalt des Chylus von Pferden schwankt nach den Untersuchungen verschiedener Forscher zwischen 91 und 96 %; also sind wenigstens 4 und höchstens 9 % fester Bestandtheile im Pferdechylus enthalten. Im Chylus einer Katze fand *Nasse* 90,57 % Wasser.

Die Zahl der Zellen, der Zellenkerne und andrer Molecüle im Chylus muss sehr variabel sein je nach der Art der genossenen Nahrungsmittel, ist jedoch, wie eben erwähnt, für jetzt noch unbestimmbar. Ausser der Zeit der Verdauung enthält der Chylus weit weniger Zellen und nähert sich dann fast in jeder Hinsicht der Lymphe.

Die Menge des Fibrins im menschlichen Chylus ist noch nicht bestimmt worden; dagegen hat man sie bei verschiedenen Thieren, wiewohl unter Beimengung von Körperchen und Fett, öfter zu ermit-

teln gesucht, und zwar hauptsächlich beim Pferde; in des letztern Chylus fanden *Tiedemann* und *Gmelin*[1]) 0,19 bis 0,7 %; *Simon*[2]) 0,09 bis 0,44 %; ich fand an möglichst zellenreichem Coagulum 0,495 %, an zellenarmem Fibrin (aus demselben Chylus bestimmt) 0,301 %; beim Hund fanden *Tiedemann* und *Gmelin* 0,17 bis 0,27 %, beim Schafe 0,24 bis 0,82 %, *Rees* beim Esel 0,37 % und *Nasse* bei der Katze 0,13 %.

An Albumin hat man gefunden: bei Pferden *Tiedemann* und *Gmelin* 1,93 bis 4,34 %, ich im Mittel mehrerer Analysen des Chylus mit Kleie gefütterter Pferde = 3,464 %; in dem von mit Stärke gefütterten 3,064 %.

An Fett fanden im Chylus von Pferden *Tiedemann* und *Gmelin* 1,64 %, *Simon* 1,001 bis 3,480 %, ich 0,563 bis 1,891 %, *Rees* in dem vom Esel 3,601 % und *Nasse* in dem von der Katze 3,27 %.

An *salzfreien Extractivstoffen* fand *Simon* im *festen Rückstande* des Chylus von Pferden 8,874 bis 9,892 %, ich im Chylusrückstande mit Kleie gefütterter Pferde = 7,273 %, in dem mit Stärke gefütterter 8,345 %.

An löslichen Salzen (aus der Asche bestimmt) enthält der Pferdechylus nach *Simon* 6,7 bis 7,3 %, nach meinen Untersuchungen bei Kleiefütterung 7,45 % bei Stärkefütterung 6,784 %, der Chylus einer Katze nach *Nasse* 9,4 % (darunter 7,1 Chlornatrium). An unlöslichen Salzen enthält der Chylus ungefähr 2 %. Die Mineralbestandtheile des festen Chylusrückstandes betragen demnach durchschnittlich 12 %, und darunter 9 bis 10 % lösliche Salze.

Ueber den Einfluss der Nahrung auf die Constitution des Chylus sind zahlreiche Beobachtungen angestellt worden; jedoch sind die Resultate oder vielmehr die Schlussfolgerungen sehr verschieden ausgefallen. Im Allgemeinen steht aber so viel fest, dass beim Hungern oder bei dürftiger Nahrung der Chylus etwas ärmer an festen Bestandtheilen ist, und hauptsächlich weniger Fett enthält, so dass er zwar etwas trüb aber nicht milchig erscheint. Gewöhnlich hat man behauptet, der Chylus werde nach animalischer Nahrung fettreicher; diess ist jedoch nur der Fall, wenn Fleisch, Knochen, Milch oder andere fettreiche Animalien genossen worden sind; denn *Tiedemann* und *Gmelin* sahen, nach Fütterung von Hunden mit Eiweiss, Faserstoff, Käsestoff und Leim den Chylus nur schwach getrübt. Aller Beobachter

1) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung u. s. w. Bd. 2. S. 75.

2) *Simon*, medicin. Chem. Bd. 2. S. 241—244.

Erfahrungen stimmen aber darin überein, dass nach Fettgenuss der Chylus milchig und sehr reich an Fett wird. Stickstofffreie Nahrungsmittel bedingen meinen Erfahrungen nach keine entschiedene Vermehrung des Fettes im Chylus. Rücksichtlich des Einflusses der Nahrung auf den Albumin- und Fibringehalt des Chylus lässt sich aus den vorliegenden Thatsachen und Behauptungen der Forscher um so weniger etwas Bestimmtes schliessen, als Fibrin und Albumin zum Theil aus dem Blute durch Transsudation in den Mesenterialdrüsen, zum Theil aber auch aus den Lymphgefässen der Milz ihren Ursprung nehmen, und da quantitativ genau doch nur der Chylus des Ductus thoracicus untersucht worden ist.

Wir können daher auch auf die von *Millon*[1]) ausgeführten Elementaranalysen des Chylus und Blutes von Hunden, die verschiedene Nahrung erhalten hatten, keinen grossen Werth legen, halten uns wenigstens nicht, wie *Millon* sich, für berechtigt, daraus den Schluss zu ziehen, dass die Chylusgefässe nicht vorzugsweise zur Aufnahme der Fette dienten, sondern in ganz gleichem Grade der Absorption der andern Nährstoffe vorständen.

Der Chylus erleidet auf seinem Wege von den Chylusgefässen des Darmes durch die Mesenterialdrüsen bis zum Milchbrustgange mancherlei Veränderungen; auf die Verschiedenartigkeit der morphologischen Elemente in den verschiedenen Theilen der chylusführenden Gefässe haben wir schon oben hingewiesen; rücksichtlich des Fibrins, dessen Menge in den kleinsten Chylusgefässen nach *Tiedemann* und *Gmelin* äusserst gering ist oder ganz fehlt, lässt sich nur so viel folgern, dass der Chylus nach dem Durchgange durch die Drüsen allmählig eine Vermehrung desselben zeigt; fast dasselbe gilt auch vom Albumin, welches nach den kurz vorher genannten Forschern dem Chylus in den Drüsen in grosser Menge zugeführt wird, so dass die Dichtigkeit dieser Flüssigkeit um so bedeutender zu werden scheint, je mehr sich dieselbe der Cisterna chyli nähert. Fett ist der einzige Stoff, der auf dem Wege des Chylus zum Blute allmählig vermindert zu werden scheint; dasselbe mag zum Theil zur Zellenbildung (d. h. der Chyluskörperchen, die sehr reich an Fett sind) verwendet werden, theils aber auch in den verseiften Zustand übergehen, wofür auch der Reichthum des aus dem Milchbrustgange entlehnten Chylus an fettsauren Alkalien spricht.

Ueber pathologische Verhältnisse des Chylus existiren keine positiven Untersuchungen.

1) *Millon*, Compt. rend. T. 29. p. 817—819.

Die Frage über die Quantitäten von Chylus, welche innerhalb bestimmter Zeiten ins Blut gelangen, kann noch nicht als beantwortet angesehen werden. *Cruikshank*[1]) nimmt die Menge des stündlich dem Blute sich beimengenden Chylus zu 4 Pfunden an; seine Berechnung beruht auf der Beobachtung der Schnelligkeit der Bewegung des Chylus im Mesenterium eines Hundes; dieselbe war 4 Zoll in der Secunde und so gross schlägt er auch die im Ductus thoracicus an; abgesehen von der Unstatthaftigkeit der letztern Position, so hängt die Schnelligkeit der Milchsaftbewegung in den Lymphgefässen des Mesenteriums von so viel verschiedenen Verhältnissen ab, dass diese, an sich höchst variabel, schwerlich nach einer bei einer Vivisection gemachten Beobachtung taxirt werden kann. *Magendie* suchte die Menge des Chylus dadurch zu bestimmen, dass er gesättigten Hunden den Ductus thoracicus am Halse durchschnitt und die innerhalb gewisser Zeiten ausfliessende Quantität ermittelte; es floss in 5 Minuten eine halbe Unze aus, was auf die Stunde 6 Unzen geben würde. *Bidder* hat ähnliche Versuche an vorher strangulirten Hunden gemacht und ist zu ziemlich ähnlichen Resultaten gelangt. Leider lässt sich aber, wie *Bidder* selbst ausgesprochen, aus derartigen Versuchen kaum etwas Sicheres schliessen. Wenn nämlich einerseits durch die Durchschneidung des Ductus thoracicus (wie *Vierordt*[2]) hervorhebt), eines der wirksamsten Bewegungsmittel, die Aspiration des Chylus aufgehoben wird, so muss andrerseits hervorgehoben werden, dass auch eine zu reichliche Entleerung desselben nach einer solchen Operation gedacht werden kann; denn es muss hier, wenn auch nicht in gleichem Grade wie beim Blute, doch in analoger Weise ein Zuströmen der Säfte von allen Seiten her stattfinden, welches die Thätigkeit der a tergo wirkenden, den Chylus fortbewegenden Kräfte, mögen sie an sich auch noch so gering sein, ausserordentlich vermehren wird; der Zutritt der Lymphe wird hier wenigstens in viel reichlicherem Maasse stattfinden; dieselbe macht ja aber überhaupt das Resultat der Untersuchung so unsicher, dass die eigentliche physiologische Frage nach der Menge des neugebildeten und verarbeiteten, durch die Chylusgefässe gehenden Nahrungsstoffs so gut wie unbeantwortet bleibt.

Vierordt stellt folgende Berechnung an, um die Menge des in

1) *Cruikshank*, Geschichte u. Beschreibung der einsaugenden Gefässe, übersetzt v. Ludwig. Leipz. 1789. S. 78.

2) *Vierordt*, Arch, d. phys. Hlk. B. 7. S. 281—285.

24 St. bei einem Erwachsenen ins Blut übergehenden Chylus zu finden; 100 gr. trockner stickstoffhaltiger Materien werden etwa täglich vom ausgewachsenen Manne genossen; der Chylus enthält ungefähr 4% an solchen Materien; demnach wird die täglich gebildete Chylusmenge 2½ Kilogramm = 5 Pfund betragen. *Vierordt* hebt selbst hervor, dass diese Rechnung mit denen früherer Forscher nicht vergleichbar ist, weil die aus den Lymphgefässen dem Chylus beigemengte Lymphe nicht zugerechnet ist und ihre Menge bei der Unsicherheit, in der wir uns über die Lymphmenge befinden, auch nicht einmal ungefähr geschätzt werden kann. Die in den Mesenterialdrüsen dem Chylus sich beitretenden Eiweissmengen, welche *Vierordt* bei seiner Berechnungsweise nicht mit in Anschlag bringen kann, hält er für zu gering, als dass sie Berücksichtigung verdienten. Wer, wie *Vierordt*, der festen Ueberzeugung ist, dass alle stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe nur durch die Chylusgefässe ins Blut gelangen können, der mag in der *Vierordt*'schen Berechnung einen Massstab für die Menge des gebildeten Chylus finden: allein sobald man wie *Frerichs* und viele Andere eine Resorption der Peptone vom Magen und Darmkanale aus durch die Venen annimmt, wofür uns sehr viele Gründe zu sprechen scheinen, muss man zur Zeit noch auf die directen Beobachtungen *Magendie's* und *Bidder's* mehr Werth legen als auf die Rechnung *Vierordt's*.

Dagegen würde *Vierordt* der Wahrheit bei weitem näher gekommen sein, wenn er, anstatt sich an die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Chylus zu halten, den Fettgehalt des Chylus und die täglich im Darmkanal resorbirte Fettmenge seiner Berechnung zu Grunde gelegt hätte. Wir wissen durch *Boussingault's*[1]) vortreffliche Versuche an Enten, dass diese innerhalb 24 Stunden nicht mehr als 19,2 grm. aufzunehmen im Stande sind, möge das Futter noch so fettreich gewesen sein. Es liess sich hiernach erwarten, dass eine ähnliche Grenze der Fettresorption auch bei andern Thieren stattfinden möge. *Schmidt*, *Bidder* und *Lenz*[2]) haben in der That auch durch zahlreiche Versuche an Katzen sich von der Richtigkeit und allgemeinen Gültigkeit der *Boussingault*'schen Erfahrung überzeugt; sie fanden, dass 1000 grm. Katze innerhalb einer Stunde gegen 0,6 bis 0,9 grm. Fett aufzusaugen im Stande sind, das Ueberflüssige aber mit den Excrementen abgeht. Es ist nun bei weitem wahrscheinlicher, dass alles

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 19. p. 117—125 et T. 25. p. 730—733.

2) *Lenz*, De adipis concoctione et absorptione Dorp. Liv. 1850. p. 62—79.

resorbirte Fett durch die Chylusgefässe ins Blut gelangt, als dass alle Proteïnkörper in den Chylus übergehen; deshalb wird man wohl eine mehr annähernde Zahl für den stündlich in das Blut übergehenden Chylus erhalten, wenn man den Fettgehalt des Chylus von Katzen die andere Unterlage der Berechnung sein lässt. *Nasse* hat, wie oben erwähnt, im Chylus einer Katze = 3,27 % Fett gefunden; flösse nun dem Chylus keine Lymphe zu, die doch auch etwas wiewohl nur wenig Fett enthält (*Tiedemann* und *Gmelin* fanden im Inhalte des Ductus thoracicus nüchterner Pferde nur Spuren von Fett), wäre zu erweisen, dass der Chylus in den Mesenterialdrüsen kein Fett wirklich verliert, sondern dass dasselbe nur verseift wird, kurz dass alles Fett des Chylus aus dem Milchbrustgange unmittelbar vorher den Darmcontentis entsprossen sei, so würden 1000 grm. Katze in 1 St. (wenn sie in dieser Zeit 0,75 grm. Fett resorbiren) 22,9 gr. Chylus ins Blut ergiessen oder in = 24 St. 549,6 grm.; dass hiesse aber mehr als die Hälfte ihres Gewichts, was jedenfalls höchst unwahrscheinlich ist. Nähme man dagegen die Zeit, in welcher wahrer Chylus in das Blut gelangt, nur zu 6 Stunden an, so würde 1 Kilogramm Katze täglich 137,4 gr. Chylus bereiten. Alle diese Berechnungen sind aber, namentlich wenn sie auf den menschlichen Organismus übertragen werden, viel zu unsicher, als dass sie der spätern Betrachtung des mechanischen Stoffwechsels eine auch nur einigermassen haltbare Stütze gewähren könnten; denn wie viel Möglichkeiten sind nicht denkbar, durch welche das Resultat unserer Berechnung vollkommen modificirt werden könnte? Eine Aufzählung solcher Möglichkeiten würde aber an diesem Orte wohl zu weit abführen; wir erwähnen daher nur, dass wahrscheinlicher Weise viel Fett aus dem Chymus nicht in die Chylusgefässe gelangt, sondern von den Venen resorbirt wird; denn wie könnte sonst das Pfortaderblut in Verdauung begriffener Thiere so reich an Fett gefunden worden sein, während es im nüchternen Zustande derselben fast die Hälfte weniger Fett enthält? (vergl. S. 237).

Zweifel über den Ursprung des Chylus kann man wohl nicht hegen, da die Natur selbst uns dessen Quelle offen vor Augen gelegt hat. Es knüpfen sich aber hieran einige Fragen über die Art des Ueberganges einzelner Bestandtheile in die Chylusgefässe und über die Veränderungen, die sie in demselben erleiden. Die Anfänge der Chylusgefässe entspringen bekanntlich in der Achse der über den ganzen Dünndarm verbreiteten Zotten, und zwar mit kleinen kolbigen Erweiterungen; diese Anfänge der Chylusgefässe sind zunächst von einer Lage

bläschen- oder zellenartiger Körper umgeben, die in einer unbestimmt fasrigen Masse wie eingebettet erscheinen; mehr nach aussen nahe dem peripherischen Ueberzuge der Darmzotten mit Cylinderepithelien, liegen die Blutgefässstämmchen, die durch ein sehr feines Netz von Capillaren mit einander communiciren. Unmittelbar unter den Epithelien liegt aber nach *E. H. Weber*[1]) eine Lage runder Zellen, die im nüchternen Zustande collabirt sind, während der Verdauung aber zu gespannt erfüllten Blasen aufschwellen. Alle Beobachter stimmen nun darin mit einander überein, dass die einzelnen Cylinderepithelien an der Aufsaugung selbst mit Theil nehmen, sich mit einer körnigen Materie füllen, demzufolge anschwellen und oft etwas verzerrt werden; besonders tritt aber und zwar fast nur während der Verdauung die Lage runder Zellen unter dem Epithelialüberzuge hervor, von denen einige sich mit einer hellen, durchsichtigen, schwachgelblichen Flüssigkeit oder mit einer granulösen Materie erfüllen; ja sehr oft findet man namentlich an der Spitze der Darmzotte immer eine solche Zelle, mit limpider Flüssigkeit erfüllt, hervortreten, und daneben eine gleich grosse, mit körniger emulsiver Materie erfüllt.

Unter mehreren Beobachtungen an Thieren erinnere ich mich dieses Verhältniss besonders auffallend und deutlich an den Darmzotten eines hingerichteten Verbrechers gesehen zu haben, indem *E. H. Weber* mir seinen Untersuchungen über diesen Gegenstand beizuwohnen gestattete. Die von *Weber* damals angefertigten mikroskopischen Präparate haben sich noch bis heute so gut erhalten, dass man sich jederzeit von der Richtigkeit der Weber'schen Beobachtung überzeugen kann, und an ihnen erkennen, dass es weder (wie *Frerichs* meint) mit Fett erfüllte Epithelialzellen, noch etwa nur an der Oberfläche der Zotten anhaftende Fettblasen sind. Auch die Verzerrung der Epithelialzellen, die *Frerichs* ebenfalls nicht beobachten konnte, ist sehr deutlich an diesen Präparaten zu erkennen.

Der limpide Inhalt jener hellen Blasen, welche wahrscheinlich die von den älteren Physiologen angenommenen Oscula der Darmzotten sind, kann den Lichtbrechungsverhältnissen nach kaum etwas andres als F e t t sein; diess führt uns zunächst auf die Hypothesen über die Resorption des Fettes durch die Darmzotten. *R. Wagner*[2]) nimmt an, dass die festen neutralen Fette durch thierische Wärme vor ihrer Resorption geschmolzen sein müssen, die flüssigen aber unverändert resorbirt werden; um den Uebergang der Fette selbst in die Darmzotten zu erklären, statuirt *Wagner*, dass manche Stellen

1) *E. H. Weber*, Müller's Arch. 1847. S. 399.

2) *R. Wagner*, Lehrb. d. spec. Physiol. 3. Aufl. 1845. S. 263. Anm. 3.

des Darmkanals nur für die Aufnahme der Fette, andre nur für die wässriger Flüssigkeit bestimmt seien. Mit *Lenz*[1]) möchte man aber wohl geneigter sein anzunehmen, dass einzelne Zellen in jeder Darmzotte für die Aufnahme von Fett lediglich bestimmt seien; dem Chemiker, der fettige von wässrigen Flüssigkeiten bald durch ein mit Wasser, bald durch ein mit Oel getränktes Filter zu trennen gewohnt ist, möchte diese Erklärungsweise besonders einleuchten. Beobachtet man so constant, wie es oft der Fall ist, an der Spitze jeder Darmzotte eine vor allen übrigen durch ihre Grösse hervortretende mit klarer, stark lichtbrechender Flüssigkeit erfüllte Blase neben einer eben so hervortretenden mit granulöser Materie erfüllten, so wird man zu Annahme jener Hypothese um so mehr veranlasst, als in ihr sich zugleich eine Erklärung der von *Boussingault* gefundenen und von *Bidder* und *Schmidt* bestätigten Erfahrung finden würde, wornach die Fettaufnahme aus dem Darme nur an bestimmte Grenzen gebunden ist. *Lenz* hat zur weitern Unterstützung dieser Hypothese einen sehr hübschen Versuch angestellt, der aber allerdings nicht ganz nach Wunsche ausgefallen ist. Er injicirte nämlich Katzen durch Alcannapigment gefärbte Butter in den Magen und tödtete die Thiere nach einigen Stunden; er fand dann die meisten Zellen mit gelblichem Fett erfüllt, konnte aber nicht zu einem bestimmten Resultate über den eigentlichen Fragepunkt gelangen. So gut dieser Versuch erdacht ist, so dürfte er doch kaum selbst bei öfterer Wiederholung eine bestimmte Antwort auf die obschwebende Frage geben; denn mischen muss sich das Fett doch sicher an irgend einem Orte mit der wässrigen Flüssigkeit; es durchdringt mehr als eine Zelle, ehe es in die feinsten Chylusgefässe gelangt, in diesen ist es aber bereits mit wässriger Flüssigkeit gemischt; die Mengung des Fetts mit der wässrigen Flüssigkeit muss also innerhalb der Zotte in den die Anfänge der Chylusgefässe umgebenden Zellen vor sich gehen. Würden an der Peripherie der Zotten und namentlich an ihrem äussersten Ende die mit Fett erfüllten Zellen sich nicht so scharf von den andern unterscheiden, so würde es unlogisch erscheinen, denselben Process, den man an der Oberfläche für unwahrscheinlich hält, im Innern, wo fast gleiche Verhältnisse obwalten, recht wohl erklärlich zu finden. Die Verhältnisse sind aber hier allerdings etwas anders; hier liegen fetthaltige und mit Eiweisslösung erfüllte Zellen gleichsam zusammengepresst neben einander; der Druck

1) *Lenz*, a. a. O. S. 86—89.

kann hier leicht auf die Permeabilität der feinen Zellenmenbranen alterirend wirken; ja sehen wir doch oft selbst, dass, wenn wir auf ein mit Wasser völlig durchtränktes Filter eine aus öligem Fett und emulsionsgebender wässrig-flüssiger Materie gegeben haben, an einzelnen Stellen Oel durchzudringen vermag. Im Darmkanale ist aber die feinere Vertheilung des Fettes, wie sie allerdings unter den gewöhnlichen Verhältnissen durch Vermittlung von Galle und Pancreassaft statt findet, keineswegs nothwendig; wenigstens fanden *Schmidt* und *Bidder* bei Thieren, deren reines Fett nach Ausschluss von Galle und Bauchspeichel in den Darm gebracht worden war, die Lymphgefässe des Mesenteriums ebenso erfüllt mit milchigem Chylus, wie sie sonst nur bei Zutritt jener Drüsensecrete nach fettreicher Nahrung gefunden zu werden pflegen. An die Oberfläche der Zotten lässt sich also wohl auch aus diesem Grunde nicht der Vorgang der feinen Vertheilung des Fettes in der wässrigen Flüssigkeit versetzen; da aber sehr bald die einzelnen Zellen der Zotten sich erfüllen und ihren Inhalt auszutauschen und zu mengen beginnen, so wird die Wiederholung des Versuchs von *Lenz* kaum einen entschiedenen Aufschluss geben können; denn, wenn die Färbung durch Alcanna unter dem Mikroskop auch stärker hervortrete, als es wirklich der Fall ist, so wird doch die Färbung sich bald auch über die ursprünglich nur mit wässriger Flüssigkeit erfüllten Zellen verbreiten, da eben gefärbtes Fett in sie theilweise eingedrungen ist. Wir müssen uns übrigens offen gestehen, dass wir die Verhältnisse der Transsudation in den Zellen keineswegs im Stande sind, auf die bekannten physikalischen Thatsachen zurückzuführen; wir erinnern nur an die oft ziemlich schnell erfolgende Erfüllung von Zellen mit Fettkörnchen in pathologischen Zuständen und an die gewöhnlich noch viel schneller eintretende Entleerung derselben, Processe, die *Virchow* insbesondre so sorgfältig studirt hat; ja eine Dehiscenz der Zellen kann wahrscheinlicher Weise nur an einzelnen Punkten vor sich gehen und zwar so, dass nach dem Austritt überschüssiger Substanz die Zelle wieder ihre frühere Integrität erlangt: Fragen, über welche wir von der physikalisch-physiologischen Forschung noch viel Aufschluss zu erwarten haben.

In den feinern und mittlern Chylusgefässen finden wir weit mehr freies und weit weniger verseiftes Fett, als im Ductus thoracicus; man kann daher wohl kaum anders glauben, als dass in den Mesenterialdrüsen, wo der Chylus zweifelsohne in nähern Contact mit dem Blute kommt, durch das Alkali des letztern allmählich eine Verseifung

eingeleitet werde; ein Theil des freien Fettes geht jedenfalls in die nun auftretenden Zellenformationen über, wir können aber chemisch die Umwandlungen leider kaum errathen, welche die Fette bei der Zellenbildung selbst erleiden. Da es aber Thatsache ist, dass im Chylus des Milchbrustganges sich mehr fettsaure Alkalien als in dem der feinern Chylusgefässe und auch mehr noch als im Blute vorfinden, so können diese Seifen nicht aus der dem Chylus beigemengten Lymphe oder dem Blutplasma herrühren, sondern müssen wohl erst durch Verseifung im Verlaufe der Chylusgefässe selbst entstanden sein.

Was den Ursprung der albuminösen Materien des Chylus betrifft, so drängen sich uns rücksichtlich derselben hauptsächlich zwei Fragen auf; nämlich die eine: wird das im Chylus gefundene Fibrin in dieser Flüssigkeit selbst gebildet oder rührt es nur von aus dem Blute transsudirter Intercellularflüssigkeit her? und die zweite: gelangt das Albumin schon fertig gebildet an und in die Darmzotten oder werden die aufgenommenen Peptone erst in den Zellen der Zotten und in den Chylusgefässen selbst zu Eiweiss verarbeitet? Was zunächst die letztgenannte dieser zwei Fragen betrifft, so haben wir schon oben (S. 98 u. 116 ff.) die Gründe angeführt, welche uns zu der Ansicht leiteten, dass im Darmkanale selbst die Peptone noch nicht in Albumin verwandelt würden, trotz der unbestreitbaren Thatsachen, die *Frerichs* zu Gunsten der entgegengesetzten Ansicht anführte. Das System von Zellen, welches die aufgesogenen eiweissartigen Stoffe (nach unsrer Ansicht also die Peptone) zu durchlaufen haben, ehe sie in die eigentlichen Gefässe gelangen, so wie das reichlich jene Zellen einschliessende Netz von Blutcapillaren scheint uns ganz darauf hinzudeuten, dass jene Substanzen hier noch wesentlichen Umwandlungen unterliegen, deren Endproduct wohl kaum ein andres ist, als das eigentliche coagulable, alkalihaltige Eiweiss. Man hat ferner den Chylus, nachdem er durch die Mesenterialdrüsen gegangen ist, eiweissreicher gefunden, als vorher, und diese Vermehrung lediglich aus der Aufnahme von Bluteiweiss in den Drüsen abgeleitet; so wenig diess zu bezweifeln ist, so wahrscheinlich ist es doch auch, dass die Albuminvermehrung zum Theil wenigstens noch von der vollständigen Umwandlung der Peptone in coagulables Eiweiss abhängt.

Bezüglich der zweiten Frage muss es nach den entgegengesetzten Erfahrungen *Prout's* [1]) und *Tiedemann's* und *Gmelin's* [2]) unentschie-

1) *Prout*, Meckel's Arch. B. 6. S. 231.

2) *Tiedemann* und *Gmelin*, a. a. O. S. 157.

den bleiben, ob der Chylus vor dem Durchtritt durch die Drüsen bereits wahren Faserstoff enthalte, oder ob das von *Prout* dafür angesehene Coagulum nicht aus Fett, Zellenformationen und andrer albuminöser Materie bestand. Tritt wirklich Plasma aus dem Blute in die Chylusgefässe über, was wohl nicht zu bezweifeln, so wird es nach der so geringen Menge Fibrin, die im Chylus enthalten ist, wohl am wahrscheinlichsten sein, dass alles Fibrin des Chylus aus dem Blute und aus der Lymphe herrühre; diese Ansicht wird auch unterstützt durch die Betrachtungen, die wir über die Enstehung und die physiologische Dignität des Fibrins (im 1. Th. S. 369—375) angestellt haben. Gewöhnlich hat man aber die weiche, zerreibliche Beschaffenheit des Chylusfibrins für einen Beweis gehalten, dass dasselbe eben erst im Chylus aus dem Albumin entstanden sei und daher noch so unvollkommen ausgebildet erscheine. Allein wir haben schon oben rücksichtlich des Albumins bemerkt, dass der Begriff vollkommener und unvollkommener Ausbildung auf chemische Stoffe durchaus nicht anwendbar ist; von einer unvollkommenen Entwickelung kann nur bei morphologischen Objecten die Rede sein. Dass das Fibrin im Chylus oft (wiewohl nicht immer) sich nicht in der gewöhnlichen Form ausscheidet, liegt sicher nicht an einer unvollkommenen Verwandlung des Albumins in Fibrin, sondern lediglich an der Beschaffenheit und chemischen Zusammensetzung der Flüssigkeit, aus welcher sich das Fibrin ausscheidet. Aus krankhaftem Blute ebensowohl als aus pathologischen Exsudaten sehen wir das Fibrin sich ebenfalls in so lockerer, leicht zerreiblicher und zuweilen zerfliessender Form ausscheiden, gerade wie aus dem Chylus; ja wir sind im Stande, auf künstlichem Wege, z. B. durch Verdünnung des Plasmas mit Wasser, durch Zusatz von Alkalien u. dergl. solche lockere, zerreibliche Fibringerinnsel zu erzeugen. Es dürfte aus diesen Gründen wohl das Wahrscheinlichste sein, dass das Fibrin des Chylus von aufgesogenem Blutplasma und Lymphe herrührt, und dass sich nicht hier schon das eben gebildete Albumin zu Fibrin oxydire.

Was die andern Bestandtheile des Chylus betrifft, so finden wir diese bereits im Chymus und sie gehen daher wohl unverändert in die Milchsaftgefässe über; auffallend ist, dass Zucker, den ich nur in so sehr geringen Mengen im Pfortaderblute fand, auch im Chylus entweder in höchst geringer Quantität oder gar nicht gefunden wurde. Einigermassen erklärlich dürfte diese Erfahrung nur dadurch werden, dass wohl überhaupt im Darme die Umwandlung des Zuckers in

Stärkmehl nur sehr langsam von Statten geht und deshalb nur höchst geringe Mengen in Chylus- und Blutgefässe übertreten.

Andeutungen über die Entwicklung der Formelemente des Chylus im Verlaufe der Milchsaftgefässe haben wir schon oben gegeben, als wir von der Entstehung der farblosen Blutkörperchen sprachen (vergl. S. 263).

Es ist von mehrern gewichtigen Auctoritäten behauptet worden, dass Hämatin im Chylusserum aufgelöst vorkomme, und dass solches sich demnach schon im Chylus bilden müsse; abgesehen davon, dass hier wohl ein ähnliches Verhältniss wie beim Faserstoff obwalten könnte, d. h., dass es den Blutzellen der Lymphgefässe der Milz seinen Ursprung verdanken könnte, so ist nach den damaligen Hülfsmitteln doch nicht so sicher zu entscheiden gewesen, ob das gefundene Hämatin nicht den rothen Körperchen des Chylus angehörte. Ich habe wenigstens im Serum des Chylus aus dem Ductus thoracicus von Pferden, der noch am häufigsten roth oder zimmtfarben gefunden wird, neben den wahrhaften hämatinhaltigen Blutkörperchen kein gelöstes Hämatin auffinden können; ist freilich der Chylus schon in Zersetzung übergegangen, so würde man wohl wegen Zerstörung der Blutkörperchen im Plasma Hämatin auffinden müssen.

Lymphe.

Die Lymphe bildet eine farblose oder gelbliche, nur bei Gehalt an Blutkörperchen roth gefärbte, bald durchsichtige, bald etwas trübe oder opalisirende Flüssigkeit, von schwach salzigem Geschmack und geringem thierisch fadem Geruche; gewöhnlich von alkalischer Reaction; gerinnt 4 bis 20 Minuten, nachdem sie aus dem Lymphgefässe entleert worden ist; es bildet sich dann ein gallertartig zitterndes farbloses Gerinnsel, welches sich nach und nach fester zusammenzieht und die sg. Lymphkörperchen zum grossen Theile mit einschliesst; im Verhältniss zum Serum pflegt dieses Coagulum nur einen sehr kleinen Raum einzunehmen.

An morphologischen Elementen finden wir ausser Fetttröpfchen und nucleusähnlichen Bildungen vorzugsweise die eigentlichen Lymphkörperchen, welche sich aber von den farblosen Blutzellen, den Schleim- und Eiterkörperchen nicht wesentlich unterscheiden. Blutkörperchen hat man in der Lymphe, wenn sie vorsichtig gesammelt wurde, nur gefunden, wenn sie den Lymphgefässen der Milz oder ausgehungerten Thieren entlehnt wurde (*H. Nasse*[1]).

Der Erlangung reiner Lymphe stellen sich viel Schwierigkeiten entgegen, von denen wir nur erwähnen, dass die Saugadern bei nicht allzu grossen lebenden Thieren oft sehr schwierig zu finden und zu präpariren sind, dass sich selbst im günstigsten Falle oft Blut und Fett beim Einschneiden des Gefässes und bei Entleerung der Flüssigkeit beimengt. Man hat sich daher meist auf den Zufall verlassen, und solche Lymphe untersucht, welche spontan in Folge einer directen Verwundung oder des Platzens einer wirklichen Lymphgeschwulst ausfloss. Von Fröschen kann man sich nach der von *Joh. Müller*[2]) angegebenen Methode in kurzer Zeit eine verhältnissmässig bedeutende Menge leider gewöhnlich etwas bluthaltiger Lymphe verschaffen; man macht zu dem Zwecke einen Kreisschnitt durch die Oberhaut des Oberschenkels eines Frosches, präparirt die Haut ein Stück nach oben zu von den darunter liegenden Muskeln ab; es fliesst hier eine solche Menge Lymphe ab, dass man z. B. bei völliger Amputation des Oberschenkels oft weit mehr Lymphe als Blut erhält. Bei Fischen, welche meist ziemlich weite Lymphgefässe im untern Theile der Orbita haben, soll man sich leicht Lymphe verschaffen können, wenn man die Augenhöhle von unten öffnet und dann die Saugadern einschneidet.

Am einfachsten würde es sein, eine grössere Menge Lymphe sich durch Einschneiden des Ductus thoracicus bei Thieren zu verschaffen, welche lange Zeit vorher gehungert haben: allein mit *Nasse* halte ich diese Methode nicht für geeignet, um der chemischen Untersuchung eine wahrhafte und reine Lymphe zu liefern.

Die chemischen Bestandtheile der Lymphe sind im Allgemeinen denen des Blutes ohne rothe Körperchen ziemlich gleich.

Der spontan gerinnende Stoff der Lymphe ist mit dem Fibrin des Blutes völlig identisch; namentlich wird er auch gleich dem gewöhnlichen Faserstoff durch Digestion mit salpeterhaltigem Wasser in eine albuminöse, beim Erhitzen gerinnbare und durch Essigsäure fäll-

1) *H. Nasse*, R. Wagner's Handwörterb. der Physiol. Bd. 2. S. 363 - 410.

2) *Joh. Müller*, Handb. der Physiol. des M. 4. Aufl. Bd. 1. S. 203.

bare Substanz umgewandelt. Wie beim Chylus hat man auch hier seine Menge nicht eben sehr genau bestimmen können, da man nicht alle Zellenbildungen von ihm zu trennen vermocht hatte. In der Lymphe von Menschen (pathologisch) fanden *Marchand* und *Colberg*[1]) 0,52%, *L'Heritier* 0,32% Faserstoff, in der von Pferden hat man 0,04 bis 0,33% gefunden (*Reuss* und *Emmert*[2]), *Gmelin*[3]), *Lassaigne*[4]), *Rees*[5]), *Geiger* und *Schlossberger*[6]). *Joh. Müller* fand, dass Frösche, welche den Winter durch gehungert hatten, eine vollkommen fibrinfreie Lymphe gaben; *Nasse* sah dagegen die Lymphe solcher Frösche, die im geheitzten Zimmer gestanden hatten, noch gerinnen.

Das Albumin der Lymphe hat die gewöhnlichen Eigenschaften des Bluteiweisses; nur *Geiger* und *Schlossberger* machten die bemerkenswerthe Erfahrung, dass das Eiweiss einer Pferdelymphe, trotz dem, dass diese ohne Reaction auf Pflanzenfarben war, beim Kochen nicht gerann, sondern gleich stark alkalischem Natronalbuminat beim Verdampfen Häute auf der Oberfläche der Flüssigkeit bildete; durch Essigsäure wurde dieses Lymphserum nicht getrübt, wohl aber, wenn die so angesäuerte Flüssigkeit gekocht wurde; da durch Kälberlab keine Gerinnung entstand, so war die Abwesenheit von Caseïn entschieden dargethan; auch durch Aether wurde solches Serum nicht coagulirt. In menschlicher Lymphe wurden 0,434 (*Marchand*) bis 6,002% (*L'Heritier*) Albumin gefunden, in der von Pferden 1,2 bis 2,75%.

In der Asche des Albumins der Lymphe, obgleich dieses wiederholt mit Wasser und Spiritus extrahirt worden war, fand *Nasse*[7]) auffallender Weise noch sehr viel kohlensaures Alkali; in der Lymphe findet sich nach dieser und *Geiger's* Erfahrung jenes stark basische Natronalbuminat, welches, wenn nicht andre alkalische Salze zutreten, der Lösung keine alkalische Reaction ertheilt und selbst beim Coaguliren viel Alkali zurückhält.

Fett findet sich in der Lymphe meist in verseifter Form, aber immer in geringer Menge; *Nasse* fand in der Lymphe des Pferdes 0,0088% freies Fett und 0,0575% fettsaures Alkali, dagegen fanden

1) *Marchand* und *Colberg*, Poggend. Ann. Bd. 43. S. 625.
2) *Reuss* und *Emmert*, Allg. Journ. d. Ch. Bd. 3. S. 691.
3) *Gmelin*, A. Müller, Diss. inaug. Heidelb. 1819. p. 59.
4) *Lassaigne*, Recherches physiol. et chimiques etc. Paris 1825. p. 61.
5) *Rees*, Philos. Mag. Febr. 1841. p. 156.
6) *Geiger* und *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 5. S. 392—396.
7) *Nasse*, Simon's Beitr. z. phys. u. pathol. Ch. Bd. 1. S. 449.

Marchand und *Colberg* in menschlicher Lymphe 0,264% blassröthlich gefärbtes Fett.

Die Extractivstoffe der Lymphe sind nicht näher untersucht, obgleich ihre Menge im Verhältniss zum Eiweiss keineswegs gering ist. *Nasse* fand in der Pferdelymphe 0,0755% in Alkohol löslicher, und 0,9877 nur in Wasser löslicher extractiver Materien, *Geiger* und *Schlossberger* im Ganzen 0,27%.

Harnstoff konnte von *Nasse* in der Lymphe des Pferdes nicht nachgewiesen werden.

Von dem Gehalte der Lymphe an milchsauren Salzen ist bereits im 1. Th. S. 100 die Rede gewesen.

Unter den Mineralstoffen überwiegt, wie in allen thierischen Flüssigkeiten, das Chlornatrium, von welchem *Nasse* in der Pferdelymphe 0,4123% fand.

Nasse fand in der Pferdelymphe auch kohlensaure Alkalien, *Geiger* dagegen nicht; ersterer berechnet seine Menge zu 0,056%, von dessen Gegenwart er sich unter dem Mikroskop durch die auf Zusatz von Essigsäure sich entwickelnden Gasblasen überzeugt zu haben glaubt. Die Asche der festen Bestandtheile der Lymphe fand *Geiger* übrigens sehr reich an kohlensauren Alkalien.

Ammoniaksalze, welche *Nasse* muthmasste, haben *Geiger* und *Schlossberger* mit Bestimmtheit in der Pferdelymphe nachgewiesen.

Verhältnissmässig reich an Schwefelsäure und zwar an präformirter Schwefelsäure fand *Nasse* die Pferdelymphe; er berechnet den Gehalt derselben an schwefelsaurem Kali zu 0,0233%.

Phosphorsaures Alkali findet sich nur in sehr geringer Menge in der Lymphe.

An Erdsalzen mit etwas Eisenoxyd (herrührend von beigemengten Blutkörperchen) fand *Nasse* in der Pferdelymphe nur 0,031%.

Der Wassergehalt der Lymphe scheint sehr variabel zu sein, aber immer weit geringer als der des Blutplasma's; in menschlicher Lymphe fand *Marchand* 96,926%, *L'Heritier* 92,436% Wasser; in der Lymphe von Pferden hat man 92,5% (*Lassaigne*) bis 98,37% (*Geiger*) gefunden.

Nasse hat einen interessanten Vergleich (auf directe Analysen begründet) zwischen der Zusammensetzung der Lymphe und des Blutserums des Pferdes angestellt; es ergab sich daraus, dass die Verhältnisse der Salze unter einander in beiden Flüssigkeiten ganz gleich sind, obwohl ihre absolute Menge wegen des bedeutenderen Wassergehalts

der Lymphe sehr verschieden ist. Neben dem verschiedenen Wassergehalte beider Flüssigkeiten (Wasser des Blutserums = 7,8%, der Lymphe = 5,0%) sind aber auch bedeutende Unterschiede in der Proportion, in welcher die Mineralsalze zu den organischen Stoffen in beiden Flüssigkeiten stehen; auf 100 Th. Salze kommen im Blutserum = 1036 Th., in der Lymphe dagegen nur 785 Th. organische Materie. In der menschlichen Lymphe fanden *Marchand* und *Colberg* anorganische und organische Stoffe fast zu gleichen Theilen.

An den Versuch, die Quantität der im ganzen Thierkörper enthaltenen Lymphe zu berechnen, dürfen wir jetzt noch nicht denken, da es zu einer solchen Rechnung an allen Unterlagen fehlt. Hätte die Lymphe der verschiedenen Theile auch nicht so verschiedene Zusammensetzung (wie es wenigstens nach einigen Thatsachen sowie auch aus theoretischen Gründen wahrscheinlich ist), wäre die Schnelligkeit des Lymphstroms in verschiedenen Gefässen (vor und nach dem Durchgange der Lymphe durch die Drüsen) auch nicht so verschieden und ausserdem von innern und äussern (d. h. physikalischen und chemisch-physiologischen) Bedingungen abhängig (*Noll*[1]): so würden wir doch immer noch weit weniger im Stande sein, die Capacität der Lymphgefässe zu berechnen, als die der Blutgefässe, da das System dieser Canäle anatomisch noch bei weitem nicht so genau erforscht ist, als das der blutführenden. Es ist schon bei der Erwägung der in bestimmten Zeiten gebildeten Chylusmenge an die Gründe erinnert worden, weshalb aus der Menge der Flüssigkeit, welche aus dem geöffneten Hauptstamme eines Lymphgefässsystems ausfliesst, nicht füglich ein einigermassen annähernder Schluss auf die Menge innerhalb gewisser Zeit gebildeten Saftes gezogen werden kann. Zu dem Zwecke jedoch, sich wenigstens eine ungefähre Vorstellung von der Menge gebildeter oder in den Gefässen strömender Lymphe zu machen, können folgende Thatsachen dienen: *Collard de Martigny*[2]) sah aus dem Milchbrustgange eines seit 24 St. hungernden Kaninchens in 10 Minuten 9 Gran Lymphe ausfliessen. *Joh. Müller* nimmt die Capacität der von ihm entdeckten vier Lymphherzen der Frösche zu etwa 4 Cubiklinien an; da diese in einer Minute etwa 60 Pulsationen machen, so würden die vier Lymphherzen in dieser Zeit ungefähr 240 Cubiklinien Lymphe in die Venen treiben, vorausgesetzt, dass sie sich bei jeder

1) *Noll*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 9. S. 52—93.
2) *Collard de Martigny*, Journ. de physiol. T. 8. p. 266.

Zusammenziehung vollständig entleerten, was aber keineswegs der Fall ist. Uebrigens ist bei Fröschen und kaltblütigen Thieren überhaupt das Lymphgefässsystem bei weitem bedeutender als bei warmblütigen Thieren.

Der Ursprung der Lymphe wird von allen Physiologen in dem Safte gesucht, welcher aus den Capillaren des Bluts in das Parenchym der Organe zu deren Ernährung oder zur Bildung der Secrete ausgetreten ist. Die Abhängigkeit der Beschaffenheit und Menge der Lymphe von der durch die Blutcapillaren zugeführten und aus dieser transsudirten Flüssigkeit ist schon früher von den Physiologen dargethan, durch *Noll* sind aber vor Kurzem noch neue Beweise dafür beigebracht worden. Es würde also nur noch Sache des Chemikers sein, aus einem genauen Vergleiche des Blutplasma's, der parenchymatösen Flüssigkeit, der Secrete und der Lymphe die chemischen Gleichungen zu abstrahiren, welche dem wissenschaftlichen Ausdrucke für die Processe entsprechen, aus denen die Bildung der Lymphe hervorgeht. Von diesem Ziele, welches die chemische Forschung zunächst anstreben muss, sind wir jedoch in diesem Augenblicke noch sehr weit entfernt: denn denken wir uns auch, dass die Verschiedenheiten des transsudirenden Blutplasma's und der wieder aufgesogenen Lymphe bei denselben Individuen chemisch ganz genau erforscht werden könnten, so würden aus dieser Verschiedenheit immer nur noch wenig sichere Schlüsse auf die Umwandlungen, welche das Blutplasma in jedem einzelnen Organe oder auch nur im Allgemeinen erleidet, und auf die Entstehung der einzelnen Bestandtheile der Lymphe gezogen werden können. Die Lymphe nämlich, welche nach den jetzt bekannten physiologischen Hülfsmitteln der chemischen Untersuchung zugänglich ist, darf nicht als das Product der Ernährung der Organe angesehen werden. Denn es transsudirt zweifelsohne nicht nur mehr Plasma durch die Blutcapillaren, als zur Ernährung der Organe und Bildung der Secrete nothwendig ist, so dass sich also den durch die Ernährung umgewandelten oder in die Secrete nicht mit übergegangenen Stoffen noch sehr viel unverändertes Plasma beimengt; sondern die von den Lymphgefässen wieder aufgesogene Flüssigkeit erleidet bei ihrem Durchtritte durch die Lymphdrüsen weitere Umwandlungen, wie bereits durch zahlreiche physiologische Thatsachen constatirt ist. Schon aus dem Auftreten von Zellen, die doch wahrscheinlich erst nach dem Durchgange der aufgesogenen Flüssigkeit durch die Drüsen (bei den mit Lymphdrüsen versehenen Thieren) gebildet werden, lässt sich entnehmen, dass in der

Lymphe nicht blos die Producte der regressiven Metamorphose, sondern noch wahrhaft plastische Stoffe enthalten sind. Die Lymphe mancher Organe scheint noch so viel plastische Kraft zu besitzen, dass selbst Blutkörperchen sich in derselben und zwar vorzugsweise bilden: die Lymphe der Milz zeigt sehr oft, ja gewöhnlich, einen Gehalt an Blutkörperchen, wie schon oben erwähnt worden; nach *Huschke*[1]) sind die *Malpighi*'schen Körperchen der Milz nichts weiter als Ausbuchtungen der Lymphgefässe; dass aber in diesen eine der Hauptbildungsstätten der Blutkörperchen zu suchen sei, ist durch die übereinstimmenden Beobachtungen *Gerlach's*[2]) und *Schaffner's*[3]) mit hoher Wahrscheinlichkeit dargethan worden. Wenn aber einerseits die Lymphe verschieden sein muss je nach der Menge in ihr noch unveränderten Blutplasma's sowie nach der Art des Organs, dessen Umwandlungsproducte sie enthält, so wird sich ein neuer Grund für deren grosse Verschiedenheit in verschiedenen Theilen herausstellen, wenn wir erwägen, dass von der Beschaffenheit der Capillaren jedes Organs, d. h. von der Weite derselben, von der Dichte ihrer Wände, von der Schnelligkeit des sie durchströmenden Blutes u. dergl. m. die chemische Constitution des transsudirten Plasma's abhängig ist. *Gerlach* weist insbesondere darauf hin, dass die Milz sehr weite Blutgefässe besitzt, die wegen Mangels einer Ringfaserhaut den Capillaren beizuzählen sind und wegen der Dünnheit ihrer Wände mehr als die Capillaren andrer Organe befähigt sein dürften, ein möglichst vollkommnes unverändertes Blutplasma, d. h. eine Intercellularflüssigkeit transsudiren zu lassen und so den Lymphgefässen das reichlichste Material zur Zellenbildung darzubieten. Dürfen wir gewisse normale oder auch hydropische Ausschwitzungen im Thierkörper, z. B. die Transsudate der innern Gehirncapillaren, denen die (nur in der Peripherie des Gehirns befindlichen) Lymphgefässe so fern liegen, als die unmittelbaren Abscheidungen oder Transsudate der Capillaren betrachten, so wird die eben auf die Verschiedenheit der Capillaren begründete Ansicht auch noch durch die chemische Untersuchung der Transsudate verschiedener Haargefässsysteme unterstützt. So hat z. B. *C. Schmidt*[4]) aus der Vergleichung der Zusammensetzung der peripherischen Hirnhüllencapillartranssudate mit der der centralen Hirn-

1) *Huschke,* Lehre von den Eingeweiden. S. 175 ff.
2) *Gerlach,* Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 7. S. 75—82.
3) *Schaffner,* ebendas. S. 345—354.
4) *C. Schmidt,* Charakteristik der Cholera u. s. w. S. 124—148.

capillartranssudate den Schluss gezogen, dass die Hirn- und Rückenmarksflüssigkeit keineswegs als mechanisch von den weiter kreisenden Blutzellen abfiltrirtes und etwa nur eines Theils der von der Hirnsubstanz selbst aufgenommenen stickstoffhaltigen und fettigen Materien beraubtes Blutplasma sei. Wir werden übrigens unter den Exsudaten noch auf die einzelnen Untersuchungen *Schmidt's* zurückkommen, aus welchen zur Evidenz hervorgeht, dass die verschiedene Capillarsysteme innerhalb des Körpers transsudirender Flüssigkeiten eine sehr verschiedene, für dasselbe Haargefässsystem aber constante, Zusammensetzung besitzen, wobei die anorganischen Bestandtheile ziemlich dieselben wie im Blute bleiben, die Verschiedenheit sich aber hauptsächlich im Albumingehalte ausspricht. Nach *Schmidt's* Untersuchungen transsudiren die Capillaren der Pleura am meisten Proteïnkörper, mehr als die Hälfte weniger dagegen schon die des Bauchfells, noch weniger die des Gehirns und am wenigsten die des Unterhautbindegewebes.

Diese und ähnliche Erwägungen sind es, die wir anzustellen für nöthig erachten, um eine physiologisch-chemische Untersuchung über Ursprung und die physiologische Dignität der Lymphe auszuführen; denn jede chemische Gleichung würde uns ein falsches Bild von den Quellen der Lymphe und ihrem Werthe für das thierische Leben entwerfen, wenn jene ohne Berücksichtigung jener Verhältnisse aus der einfachen chemischen Zerlegung der Lymphe grösserer Gefässstämme abgeleitet worden wäre. Leider stehen wir aber auch hier nur noch am Eingange in ein Gebiet, in welchem wir kaum noch die Wege und Richtungen erkennen, die uns dereinst zum Ziele zu führen vermögen. Der erste, der in diesem Gebiete Bahn zu brechen versuchte, ist *H. Nasse,* indem er, wie oben erwähnt, das Serum des Pferdebluts mit der Lymphe aus den Halsgeflechten desselben Thiers verglich. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind folgende:

Die Lymphe enthält immer mehr Wasser als der Liquor sanguinis; es transsudirt also nicht ein Gewichtstheil vollkommnen Plasma's aus dem Blute, sondern mehr Wasser und weniger feste Bestandtheile als dem Liquor sanguinis entsprechen; das fortströmende Blut muss daher concentrirter werden.

Werden die festen Bestandtheile der Lymphe und des Serums unter sich verglichen, so findet sich in der Lymphe weit weniger Eiweiss als im Serum; auf 100 Th. löslicher Salze kommen im Blutserum 838 Th. Eiweiss, in der Lymphe nur 697 Th. Der Minder-

gehalt der Lymphe an Albumin kann nicht blos daher rühren, dass ursprünglich weniger Eiweiss aus den Capillaren ausgetreten ist, sondern hauptsächlich wohl daher, dass ein Theil desselben zur Restitution der untauglich gewordenen Gewebstheile sowie zur Bildung der Lymphkörperchen verwendet worden ist.

In dem Lymphrückstande findet sich ferner weit weniger Fett, als in dem des Blutserums; *Nasse* fand das Verhältniss der löslichen Salze zu dem Aetherextracte in der Lymphe = 100 : 1,57, im Blutserum = 100 : 4,8. Da aus der Untersuchung pathologischer Transsudate hervorgeht, dass diese schon weniger Fett enthalten, so dürfte wohl anzunehmen sein, dass das Plus von Fett im Serum verbleibt, zumal da wir das venöse Blut fettreicher gefunden haben als das arterielle; doch mag ein Theil des transsudirten Fettes mit zur Zellenbildung in der Lymphe verwendet worden sein (wiewohl in der *Nasse*schen Vergleichsuntersuchung Faserstoff und Lymphkörperchen dem Eiweiss beigerechnet sind und demnach auch deren Fettgehalt bei der Analyse des Lymphrückstands mit in Rechnung gebracht ist); dagegen sind die neutralen durch Aether extrahirbaren Fette zum Theil wohl verseift worden und in *Nasse's* Alkoholextracte zu suchen.

Der Rückstand der Lymphe enthält verhältnissmässig mehr Extractivstoffe als der des Blutserums; nehmen wir auch hier die löslichen Salze als constante Grösse an, so ist ihr Verhältniss (nach *Nasse's* Analysen) zu den salzfreien in Wasser, Spiritus und Alkohol löslichen Extractivstoffen im Blutserum = 100 : 50,4, in der Lymphe = 100 : 87,0. Diesen Zuwachs an extractiven Materien in der Lymphe wird man sich leicht aus den Trümmern der mehr oder minder regen Gewebsmetamorphosen erklären können, obwohl ein Theil derselben vielleicht noch leichter aus den Capillaren transsudirt, als selbst die löslichen Salze; wenigstens finden wir auch in den pathologischen Transsudaten der Capillaren in der Regel weit mehr Extractivstoffe, als in der Blutflüssigkeit. Diese Materien könnten also nicht blos als Abfall der Gewebsmetamorphose, sondern auch der bereits im Blute verlaufenden Zellenbildung zu betrachten sein. In den Extractivstoffen sind aber sicher eine Anzahl Stoffe verborgen, deren genauere chemische Untersuchung uns noch viel glänzende Aufschlüsse über den thierischen Stoffwechsel verspricht. Nach der *Nasse*'schen Analyse ist das Alkoholextract in der Lymphe vermehrt; diese Vermehrung wird sich auf gebildete Seifen, Milchsäure und Harnstoff beziehen: zwar ist z. B. noch kein Harnstoff in der Lymphe direct nachgewiesen worden,

allein kaum lässt es sich anders denken, als dass der Harnstoff, ein Zersetzungsproduct der Gewebsmetamorphose, die Lymphgefässe durcheile, ehe er ins Blut zur Ausscheidung durch die Nieren gelangt. Dass *Schmidt*[1]) in der Flüssigkeit bei chronischem Wasserkopf Harnstoff gefunden hat, würde vielleicht einen Beweis für die nothwendige Gegenwart des Harnstoffs in der Lymphe abgeben können, wenn in jenem Falle die Nichtexistenz eines gleichzeitigen Nierenleidens erwiesen worden wäre. Mehr noch dürften hierfür die schönen Entdeckungen *Scherer's* rücksichtlich der in dem Milzparenchym gefundenen Ausscheidungsstoffe sprechen. *Nasse* nimmt zwar eine rückgängige Bewegung des Transsudats oder einzelner seiner Bestandtheile in die Capillargefässe an, und so könnten wohl auch jene Ausscheidungsstoffe unmittelbar aus der parenchymatösen Flüssigkeit von den Blutcapillaren, aber nicht von den Saugadern aufgenommen werden: allein obgleich die Lymphgefässe mehrern Erfahrungen nach allerdings eine Auswahl in den aufzusaugenden Stoffen zu machen scheinen, so deuten doch die neuesten Untersuchungen der Physiologen und namentlich *Noll's* über die die Lymphe bewegende Kraft darauf hin, dass der von den Capillaren ausgehende Druck es hauptsächlich ist, durch den die Bewegung in den Lymphgefässen eingeleitet wird. Es lässt sich nicht erwarten, dass unter dem Drucke, den die Lymphgefässe zu mindern bestrebt sind, ein irgend erheblicher Theil des Transsudats durch einen entgegengesetzten Strom in die Capillaren des Bluts zurückgeführt werde.

Nach *Nasse's* Analysen ist das Verhältniss des Wassers zu den löslichen Salzen in der Blutflüssigkeit des Pferdes = 100:0,871, in der Lymphe = 100:0,561. Es transsudirt also auch im normalen Zustande weit mehr Wasser aus den Blutcapillaren, als selbst im Verhältniss lösliche Salze durchtreten. Niemand wird aber wohl glauben, dass die durch die Gewebsmetamorphose bedingte Wasserbildung wesentlich zur Vermehrung des Wassergehalts der Lymphe beitrage. Das venöse Blut ist daher auch ärmer an Wasser gefunden worden, als das arterielle. Leider berechtigen die von *Nasse* ausgeführten Aschenanalysen der Rückstände der Lymphe und des Serums nicht zu einigermassen exacten Schlussfolgerungen. Spätere genauere Analysen müssen darthun, ob in der Lymphe, wie *Schmidt* in hydropischen Transsudaten gefunden, im Ganzen zwar die Salze dieselben bleiben

1) *Schmidt*, a. a. O. S. 123.

wie in der Blutflüssigkeit, allein die Chlorverbindungen in etwas reichlicherer Menge übertreten, als die Phosphate, und die Natronsalze in überwiegender Menge den Kalisalzen gegenüber. Aus *Nasse's* und Anderer Analysen der Lymphe lässt sich schliessen, dass die schwefelsauren Alkalien in weit bedeutenderer Menge in dieser Flüssigkeit enthalten sind, als im Blutserum; diese Salze können wohl aus keinem andern Processe als dem Untergange schwefelhaltiger Gewebstheile unter Vermittlung des mit dem Plasma aus dem Blute ausgetretenen Sauerstoffs hervorgegangen sein.

Nasse hat endlich gefunden, dass im Blutserum weit mehr Erdsalze enthalten sind, als in der Lymphe; dies ist doch wohl nur deshalb der Fall, weil die Erdsalze ja den Albuminaten anhängen und nur in einer diesen entsprechenden Menge in die Lymphe übergehen können.

Die Function der Saugadern besteht also, wenn wir diesen eben geführten Vergleich der Blutflüssigkeit mit der Lymphe im Auge behalten, nicht blos darin, die untauglich gewordenen Theile der Gewebe dem Blute zuzuführen, damit diese, dort weiter umgewandelt, durch die Excretionsorgane ausgeschieden werden, sondern auch darin, dass die noch plastischen Theile des Bluts zu Zellen, ja Blutkörperchen verarbeitet werden; denn wie sollten sonst in der Lymphe mit einem Male Zellen auftreten können, wenn sie nur den Abraum der Gewebe hinwegführte? wozu würde ihre Bewegung durch die Lymphdrüsen aufgehalten oder wenigstens erheblich verlangsamt, wenn die Saugadern nicht ähnlich den Chylusgefässen Vorbereitungsorgane für die Blutbildung zugleich wären?

Transsudate.

Während die Pathologen unter Exsudaten alle Arten von flüssigen, breiigen oder festen Stoffen verstehen, welche sich in serösen Höhlen oder in dem Parenchym der Organe krankhafter Weise abgelagert finden und hier gewöhnlich bereits mannigfaltige Umwandlungen hauptsächlich in morphologischer Hinsicht erlitten haben: halten wir

es im Interesse der physiologischen Anschauung für passender, von den bereits metamorphosirten Exsudaten die Transsudate zu unterscheiden, als flüssige aus den Capillaren ausgetretene Bestandtheile der Intercellularflüssigkeit des Blutes. Diese Transsudate umfassen alle jene Flüssigkeiten, welche normaler oder abnormer Weise aus den Blutgefässen (ohne Zerreissung derselben) in das Parenchym der Organe und in die geschlossenen oder offenen Höhlen und selbst auf die Oberfläche des thierischen Körpers ergossen werden. Wir zählen daher zu den Transsudaten die normalen Absonderungen der serösen Häute, und namentlich nicht blos die der Hirnventrikel, des Pericardiums, der Pleura und des Peritonäums, sondern auch die Thränen, den Humor aqueus des Auges und den Liquor Amnios, sowie überhaupt den die Gewebe umspülenden und ernährenden Saft, d. h. die parenchymatöse Flüssigkeit; werden diese Durchschwitzungen excessiv, so bilden sie die albuminösen und fibrinösen Exsudate der Pathologen. Obgleich die pathologischen Transsudate der chemischen Untersuchung ihrer oft massenhaften Anhäufung halber weit zugänglicher waren und daher auch weit genauer oder wenigstens häufiger analysirt worden sind, als die normalen Durchschwitzungen: so halten wir es doch auch hier für räthlicher der rein physiologischen Anschauung über das Austreten jener Flüssigkeiten aus den Capillaren zu folgen, da wir in den Irrgängen pathologischer Systematik und pathologischer Fictionen uns zu verlieren befürchten müssten; denn die Annahme wässriger Transsudate neben serösen, croupöser neben fibrinösen, und wiederum seröser neben albuminösen kann vor dem Forum weder der physikalischen noch der chemischen Physiologie irgend eine Geltung erlangen. Wir haben bereits unter der Lehre von der Lymphe gesehen (an welche sich dieses Capitel in mehr als einer Hinsicht eng anschliesst), dass wir mit den geachtetsten Physiologen unsrer Zeit den Durchtritt von Wasser und einigen Bestandtheilen des Liquor sanguinis durch die Wände der Capillaren als das Resultat physikalischer Nothwendigkeit betrachten, bedingt durch die Penetrabilität der Wände der Capillaren, durch die Schnelligkeit der Bewegung des Bluts in denselben und durch die physische und chemische Beschaffenheit des in den Haargefässen strömenden Blutes selbst. Diese Verschiedenartigkeit der Bedingungen gibt uns zugleich Aufklärung über die Verschiedenheit in den physischen und chemischen Eigenschaften der normalen sowie der excessiven Transsudate und über die Unzulässigkeit gewisser Eintheilungsprincipien jener Transsudate, die entweder aus zufälligen

Eigenschaften derselben oder aus den Umwandlungsformen entlehnt sind, welchen zu unterliegen sie mehr oder weniger geneigt sind. Ziehen wir daher, abgesehen von jeglicher principiellen Eintheilung derselben, ihre gewöhnlichen physikalischen Eigenschaften so wie ihre wesentlichen oder zufälligen Bestandtheile näher in Betracht.

Die normalen so wie die excessiven Transsudate haben im Allgemeinen dieselben Eigenschaften, wie die Intercellularflüssigkeit oder das Serum des Blutes; sie sind farblos, durchsichtig, von fadem schwach salzigem Geschmack, von alkalischer Reaction, durchgängig von geringerem specifischen Gewicht, als das Serum des entsprechenden Blutes. An morphologischen Elementen findet man in ihnen je nach der Oberfläche, auf die sie sich ergossen, Epithelialgebilde, Molecularkörnchen, nucleusartige Körper und Zellenformationen, die aber sämmtlich den Transsudaten nicht eigenthümlich sind; so kommen auch Blutkörperchen in ihnen nur vor, wenn die Capillaren in Folge irgend eines Einflusses zerrissen waren und so dem Transsudate wirkliches Blut beimengten.

Auch die chemischen Bestandtheile der Transsudate sind denen des Blutplasmas völlig conform; es tritt nur der schon unter „Lymphe“ erwähnte Umstand ein, dass durchgängig alle Bestandtheile im Verhältniss zu denen des Plasmas verringert und demnach ihr Wassergehalt vermehrt ist, und dass selbst von den organischen Bestandtheilen einige so zurücktreten, dass sie gänzlich zu fehlen scheinen und wirklich unter den speciell obwaltenden Bedingungen zur Transsudation unfähig waren. Man würde daher die Transsudate wohl nach dem Mangel des einen oder andern Plasmabestandtheils eintheilen können, wenn sich hier eine nur irgend haltbare Grenze ziehen und die absolute Abwesenheit des fraglichen Stoffes selbst nur im speciellen Falle darthun liesse.

Die Anwesenheit oder der Mangel an Faserstoff in den Transsudaten hat in der eben berührten Weise Veranlassung gegeben, die blutzellenfreien Ausschwitzungen im Thierkörper vorzüglich in zwei Classen zu spalten, nämlich in albuminöse und fibrinhaltige oder den excessiven Process in serösen und fibrinösen Hydrops (*Jul. Vogel*[1]). Gar nicht aufzufinden ist das Fibrin in den normalen Transsudaten der serösen Häute und in denjenigen excessiven Ausscheidungen, welche nicht von jener Affection der Capillaren begleitet sind, die man

1) *Jul. Vogel*, Pathol. Anat. Th. 1. S. 12–35.

bei der Entzündung annimmt; es wird also fehlen in den Fällen übergrosser Blutwasseransammlung, die entweder von einer gestörten Function der Lymphgefässe oder von einer grössern Wässrigkeit des Blutes bedingt ist. Bei erheblicher Verlangsamung des Blutstroms oder bei völligem Stocken desselben in den Capillaren tritt aber immer Fibrin mit durch die verdünnten Wände der Gefässchen und giebt zu den mehr oder weniger plastischen Exsudaten Anlass. Ob beim fibrinfreien Hydrops, wie *Vogel* annimmt, constant die Transsudation mehr von den feinern Venen, beim fibrinhaltigen aber von den eigentlichen Capillaren ausgehe, muss noch fernern histologischen Untersuchungen anheim gestellt werden. Manche Capillaren dürften aber auch im ganz normalen Zustande die Fähigkeit besitzen, ein fibrinhaltiges Transsudat zu liefern. Ist auch der zur Ernährung der Organe ausgeschwitzte parenchymatöse Saft isolirt der chemischen Untersuchung noch nicht so zugänglich gewesen, dass in demselben direct die Gegenwart des Fibrins hätte nachgewiesen werden können; so ist doch abgesehen von dem allgemeinen Glauben der höchste Grad von Wahrscheinlichkeit dafür da, dass dieser Ernährungssaft wirklich Faserstoff enthalte; denn der Gehalt der Lymphe an Fibrin spricht ebensowohl dafür als die Constitution des Ernährungssaftes bei niedern Thieren ohne blutführende Canäle und der constante Fibringehalt der gewöhnlichen plastischen Ausschwitzungen, wie sie z. B. im blutzellenfreien Secrete frischer Schnittwunden sich vorzugsweise zeigen (von welchem *Schmidt*[1]) eine genauere Analyse angestellt hat).

Sehr oft mag in den Transsudaten Faserstoff enthalten sein, aber seiner geringen Menge wegen oder der Umwandlungen, die er bereits erlitten, der chemischen Untersuchung nur entgehen. Bedenken wir, dass im Plasma des normalen Bluts die Menge des Fibrins an 40mal geringer ist, als die des Albumins, so wird, wenn die Verminderung des Fibrins in Transsudate nur der des Albumins entsprechend ist, sich in der ausgeschwitzten Flüssigkeit immer nur eine sehr geringe, oft kaum nachweisbare Menge Fibrin vorfinden; fügen wir hinzu, dass im parenchymatösen Safte das Fibrin sehr bald zur Restitution der Gewebe verwendet wird oder im krankhaften Transsudate bereits die Anlage zu morphologischen Gebilden abgegeben hat, so werden wir uns nicht wundern, dass das Fibrin so oft vermisst wird. Indessen scheinen die meisten der sg. hydropischen Transsudate, die in zu grosser Wässrig-

1) *C. Schmidt*, Cholera, S. 134.

keit des Bluts oder in gestörter Function der Lymphgefässe ihren Grund haben, allerdings ohne gleichzeitige Faserstoffausscheidung gebildet zu werden; wenigstens scheint auch die Thatsache, dass das wässrige Blut gewöhnlich ein wenig reicher an Fibrin gefunden wird, als normales Blut für ein Zurückbleiben des Fibrins im Blute zu sprechen. Sei dem aber, wie ihm wolle, so bleibt doch ausgemacht, dass, wie schon *Jul. Vogel* dargethan, fibrinöse Transsudate weit häufiger sind, als man gewöhnlich, sich auf den Augenschein verlassend, angenommen hat.

Was nun zunächst die physischen und chemischen Eigenschaften des in den Transsudaten befindlichen Fibrins betrifft, so stimmen diese im Wesentlichen vollkommen mit denen des Blutfibrins überein; die Abweichungen, welche der Transsudatfaserstoff zeigt, sind, wie schon oben bei der Lymphe und dem Chylus erwähnt, lediglich in den physikalischen und chemischen Verhältnissen begründet, unter welchen er ausgeschieden wird; der Chemiker kann kein serös infiltrirtes, kein croupöses oder aphthöses oder gar ein Pseudofibrin statuiren. Das Transsudatfibrin muss häufig in Form jener weichen gallertartigen Massen gerinnen, die man serös infiltrirtes oder Pseudofibrin genannt hat; wir wissen (vergl. S. 189), dass gerade diese Gerinnungsform lediglich abhängig ist von einem grossen Wassergehalte der Flüssigkeit, in welcher das Fibrin vorher suspendirt war; wir würden uns daher wundern müssen, dass diese Gerinnungsform in den Leichnamen nicht weit häufiger gefunden wird, als diess wirklich der Fall ist, wenn wir nicht wüssten, dass im lebenden Körper die transsudirte Flüssigkeit gewöhnlich nur äusserst langsam den Faserstoff gerinnen lässt, und dass wegen der steten Bewegung in den Höhlen der Pleura, des Pericardiums und Peritonäums eine mehr dem geschlagenen Faserstoff ähnliche flockige Gerinnung sich ausbilden muss. Ebenso kann vom chemischen Gesichtspunkte aus nicht von einem eigenthümlich erkrankten Faserstoff die Rede sein; die für gewisse krankhafte Processe eigenthümlichen Gerinnungsformen des Faserstoffs, die zu jener Annahme verleitet haben, sind lediglich von den Bedingungen abhängig, unter welchen die Gerinnung des Fibrins erfolgte. So fein und richtig beobachtet die von verschiedenen Formen von Faserstoff in den mannigfachen krankhaften Exsudaten sind, so wichtig die Beobachtungen über die Organisationsfähigkeit oder das Zerfallen der einen oder der andern Gerinnungsform sind, so wenig zeigt doch der Theil des Exsudats, der wirklich Fibrin ist, sich in chemischer Hinsicht von dem

Fibrin des Blutes zu unterscheiden. Weder in den croupösen, noch aphthösen noch andern Faserstoffexsudaten habe ich auch nur ein einziges Mal ein Fibrin finden können, welches bei der mikroskopisch-chemischen oder rein chemischen Untersuchung sich wesentlich verschieden vom gewöhnlichen Fibrin der Chemiker gezeigt hätte; unter andern löste sich ein Fibrin wie das andre in Salpeterwasser nach kürzerer oder längerer Digestion zu einer eiweissartig gerinnbaren Substanz; nur die Zeit war verschieden, innerhalb welcher die Umwandlung vollendet war; dieselbe stand aber gewöhnlich in ziemlich directer Proportion mit der Cohärenz des geronnenen Fibrins (dass solches Exsudatfibrin nicht eher mit Salpeterwasser in Digestion gebracht wurde, als bis das mechanisch zerkleinerte und ausgewaschene Exsudatcoagulum keine Spur einer durch Kochen oder Essigsäure gerinnbaren Substanz mehr enthielt, versteht sich von selbst). In manchen Transsudaten, namentlich denen der serösen Häute (bei Hydrops fibrinosus *Jul. Vogel*), ist Fibrin aufgelöst, welches erst gerinnt, wenn die durch Paracentese entleerte Flüssigkeit einige Zeit an der Luft gestanden hat; es vergeht oft mehr als eine Stunde, ehe es zur Gerinnung kommt; man hat zuweilen erst nach 10 und 24 St. in solchen Flüssigkeiten ein Gerinnsel entstehen sehen (*Schwann* und *Magnus*[1]), *Delaharpe*[2]), *Scherer*[3]), *Quevenne*[4]). Auch dieses Fibrin ist chemisch nicht verschieden vom Blutfibrin; kennen wir doch auch im Blute ein „Fibrin langsamer Gerinnung", von welchem *Polli*[5]) zahlreiche Beispiele anführt; es lässt sich allerdings nicht immer in dem einzelnen Falle genau angeben, was hier die Gerinnung verzögert, allein im Allgemeinen sind es dieselben Ursachen: mässige Verdünnung mit Wasser, Ueberschuss an alkalischen Salzen, Reichthum an Kohlensäure u. dergl., welche, wie wir oben S. 186 ff. gesehen haben, die Ausscheidung des Fibrin mehr oder weniger verlangsamen. Uebrigens stimmen alle chemischen Reactionen, welche man mit solchem Fibrin vornehmen mag, vollkommen überein mit den Reactionen des gewöhnlichen Fibrins.

Wenn man aber glaubt, dass die Frage, ob es ein verschieden

1) *Schwann* und *Magnus*, Müller's Arch. 1838. S. 95.
2) *Delaharpe*, Arch. génér. de médec. Juin 1842.
3) *Scherer*, Untersuch. z. Pathol. S. 106 u. 110.
4) *Quevenne*, Journ. de Pharm. Nvbr. 1837.
5) *Polli*, Eckstein's Handbibl. des Ausl. Heft 4. S. 25—32.

geartetes Fibrin in solchen pathologischen Ergüssen gebe, durch Elementaranalysen zur Entscheidung gebracht werden könne, so dürfte man sehr irren; denn Unterschiede würde man genug finden und hat sie auch schon bei ähnlichen Versuchen gefunden, allein nur aus dem Grunde, weil es bis jetzt völlig unmöglich ist, solche Stoffe, wie Fibrin, chemisch rein darzustellen und sie überhaupt zur Elementaranalyse geeignet zu machen; wir wiederholen hier nicht, was wir bereits im 1. Th. über die Untauglichkeit des Fibrins zur Elementaranalyse (S. 361 ff.) und über die Erfordernisse zur Anstellung einer solchen (S. 32—34) gesagt haben.

Was die Mengen von Fibrin, die man in Transsudaten gefunden hat, betrifft, so leuchtet schon aus dem Obigen ein, dass diese an sich höchst verschieden, aber immer etwas geringer als die des entsprechenden Blutplasmas sein werden. Diess gilt natürlich nur von frischen Transsudaten; denn haben dieselben im lebenden Körper bereits einige Zeit bestanden, so können sie einerseits einen grossen Theil ihres Wassers schon wieder abgegeben haben oder das Fibrincoagulum ist bereits in Zellenbildung übergegangen, zu welcher ausser dem Fibrin noch andre Stoffe aus dem Transsudate verwendet worden sind; in diesen Fällen wird man allerdings weit mehr Fibrin im Transsudate, als im Liquor sanguinis finden, sobald man alles Ungelöste oder Unlösliche als Fibrin berechnet.

Gar kein Fibrin lässt sich nachweisen in den normalen Transsudaten, die in einiger Menge im Thierkörper sich anhäufen; in den Feuchtigkeiten der serösen Säcke, im Humor aqueus des Auges, in den Thränen, in dem Fruchtwasser, in gewissen diffusen und abgesackten hydropischen Ausschwitzungen, in Hydatiden, in Hautblasen, seien diese künstlich erregt oder Folge einer Hautkrankheit, in Darmcapillarausscheidungen, wie sie bei Diarrhöen durch Katarrh, drastische Purgirmittel oder dem Choleraprocess vorzukommen pflegen.

Jene krankhaften Ausscheidungen, welche die Folge acut entzündlicher, von Zerreissung der Capillaren und Geschwürsbildung begleiteter, Processe sind, rechnen wir nicht zu den Transsudaten, da sie eben nicht die Producte einfacher Transsudation sind; diese werden freilich oft sehr reich an Fibrin gefunden, unterscheiden sich aber auch rücksichtlich ihrer übrigen Constitution und einzelner ihrer Bestandtheile wesentlich von den einfachen Transsudaten.

Gleich dem Fibrin ist das Albumin der Transsudate kein andres als jenes, welches wir im Blute und an andern Orten finden; die Verschiedenheiten, welche es namentlich rücksichtlich seiner Coagulirbarkeit und Gerinnungsform zeigt, sind lediglich abhängig von Verhält-

nissen, die wir oft erwähnt und namentlich im 1. Th. S. 340 bis 342 hervorgehoben haben. So finden wir in manchen physiologischen und pathologischen Transsudaten jenes caseïnähnliche Albumin, welches beim Erhitzen nicht gerinnt, durch verdünnte Essigsäure präcipitirt wird und beim Abdampfen seiner Lösung auf deren Oberfläche sich in farblosen Häuten abscheidet; wir brauchen kaum zu wiederholen, dass dieser Körper Natronalbuminat ist und keine wesentliche Eigenschaft des Caseïns besitzt. So oft auch Caseïn als Bestandtheil solcher Transsudate, ja selbst neuerdings noch als normaler Bestandtheil des Blutes (*Panum* [1]) angeführt worden ist, so habe ich doch nie in solchen Flüssigkeiten aller Mühe ungeachtet etwas andres, als alkalireiches Albumin finden können.

In den normalen Transsudaten und zwar im Liquor pericardii, in der Rückenmarks- und Hirnhautflüssigkeit, im Fruchtwasser, so wie überhaupt in den Flüssigkeiten, welche nur wenig Albumin enthalten, lässt sich bei sorgfältiger Untersuchung stets Albuminnatron nachweisen, so besonders auch in der Flüssigkeit der Hautblasen bei Pemphigus, in den Darmdejectionen bei Cholera u. s. w. Dagegen finden wir, wiewohl selten, auch Transsudate, welche beim Erhitzen alles Eiweiss fallen lassen und zwar in feinern Flocken; weniger selten sind diejenigen, welche auf Zusatz von Wasser stark getrübt werden und allmählig ein Sediment reinen Albumins absetzen; ja etwas getrübt werden fast alle albuminösen Transsudate durch starke Verdünnung. Auf diese Art von Transsudaten hat *Scherer* [2]) besonders aufmerksam gemacht; hierher gehören meist solche, die erst längere Zeit nach ihrer Abscheidung zur Untersuchung kamen, oder solche, welche bei gewissen krankhaften Processen gefunden werden, in denen überhaupt das Alkali des Bluts vermindert oder durch das Auftreten einer Säure gesättigt worden ist. Schon aus dieser einzigen Erfahrung geht hervor, dass die rein chemische Analyse der Transsudate an und für sich nur wenig wissenschaftliche Ausbeute geben kann; soll aus einer solchen Analyse irgend ein Schluss über den pathologisch-chemischen Process gezogen werden, so ist eine vergleichende Analyse des Blutes und zwar von demselben Individuum, dem das Transsudat entlehnt wurde, unerlässlich nothwendig. Diess ist ein Grund mehr, warum leider so sehr wenige von den vorliegenden Analysen krankhafter Producte wissenschaftlich zu verwerthen sind.

1) *Panum*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 3. S. 251—264.
2) *Scherer*, Pathol. Untersuchungen. S. 78.

Die Mengen des Albumins in den Transsudaten sind ausserordentlich verschieden; in manchen Transsudaten ist die Menge des Eiweisses so gering, dass man geglaubt hat, es fehle gänzlich, z. B. in der Thränenfeuchtigkeit, im Humor aqueus des Auges, im Fruchtwasser (in der letzten Zeit der Schwangerschaft), in der Hirnhöhlen- und Rückenmarkflüssigkeit (im normalen und hydropischen Zustande), in der Zellgewebsflüssigkeit bei Oedem der Extremitäten. Wenn aber auch in diesen Flüssigkeiten das Eiweiss niemals fehlt, so erreicht doch die Zahl desselben in andern frisch durchgeschwitzten Flüssigkeiten niemals die des in der Blutflüssigkeit enthaltenen Albumins. Es fragt sich nun, ob vielleicht gewisse Bedingungen ermittelt werden können, welche auf einen reichlichern oder minder reichlichen Durchtritt des Albumins durch die Wände der Capillaren hinwirken, so dass sich, wenn auch nicht Gesetze, doch gewisse allgemeine Regeln aufstellen lassen, nach welchen eine Vermehrung oder eine Verminderung des Albumins in dem Transsudate beobachtet wird.

Eine dieser Regeln ist folgende: die in einem Transsudate enthaltene *Albuminmenge ist abhängig von dem System von Capillaren,* durch welche die Durchschwitzung stattfand. Diesen höchst wichtigen Punkt, der für die Beurtheilung des mechanischen Stoffwechsels im Thierkörper von ebenso hoher Bedeutung ist, als für die Erforschung der pathologischen Processe, hat zuerst der geistvolle *C. Schmidt*[1]) ermittelt und durch mehrere sorgfältige Paralleluntersuchungen gleichzeitiger normaler oder abnormer Transsudate bekräftigt. *Schmidt* nimmt für jede Haargefässgruppe einen bestimmten und constanten Eiweissgehalt im Transsudate an. Am reichsten an Eiweiss fand er die Transsudate der Pleura (= 2,85 %) bedeutend ärmer die des Peritonäums (= 1,13 %), noch mehr die der Hirnhäute (0,6 höchstens 0,8 %), am ärmsten aber die des Unterhautzellgewebes (= 0,36 %). *Schmidt* fand dieses Verhältniss an einem und demselben Individuum, welches an Bright'scher Krankheit gelitten hatte, und überzeugte sich durch weitere Untersuchungen der normalen Transsudate der Hirncapillaren und der hydrocephalischen Ergüsse, dass nicht nur beim Excess der Transsudation die Eiweissmenge im Transsudate sich immer ziemlich gleich bleibe, sondern auch dann, wenn, nach Entfernung der ältern Ausschwitzung, durch dieselben Capillaren ein neues Transsudat wieder gebildet worden ist.

1) *C. Schmidt,* Charakteristik der Cholera. S. 145.

In normaler Cerebrospinalflüssigkeit eines Hundes fand *Schmidt* 0,24 % organische Substanz, bei chronischem Hydrocephalus eines Kindes vor und nach der Paracentese 0,18 % und bei acutem Hydrocephalus 0,37 %, 0,694 %, 1,040 %; in einem pleuritischen Transsudate, welches durch Paracentese gewonnen war, = 2,61 %, in dem von demselben Individuum aus dem Leichnam entlehnten 2,85 % in dem ersten durch Paracentese entleerten Peritonäaltranssudate = 0,365 %, in dem zweiten von demselben Individuum = 0,395 %. Aus dem Pericardium eines ganz gesunden Verbrechers sammelte ich 3 Minuten nach der Enthauptung 33,8 grm. Transsudat, welches 0,879 % Albumin enthielt neben 0,093 % andrer organischer Materie und 0,089 % Mineralstoffen. In der Flüssigkeit eines Hydropericardiums ex vacuo (bei Lungentuberculose) fand ich 1,543 % Albumin. In den hydropischen Transsudaten des Leichnams eines Säufers, bei dem sich eine echte granulirte Leber ausgebildet hatte, fand ich aus dem Herzbeutel 1,063 % Albumin, aus der Pleura 1,852 %, aus dem Peritonäum 1,044 % und aus den Hirnhöhlen 0,564 % Albumin (die Extractivstoffe und Salze nicht mit eingerechnet). In einem Peritonäaltranssudate bei Leberkrebs (wobei die Leber bis zwei Zoll unter den Nabel herabragte) fand ich einmal 4,351 % Albumin neben 0,598 % Extractivstoffen und 0,890 % Salzen, dagegen bei Hydrämie (in Folge chronischer Verschwärung der Dickdarmfollikeln) 1,127 % Albumin neben 0,448 % Extractivstoffen und 1,014 % Salzen; in dem Hirncapillartranssudate bei Hydrocephalus ex vacuo (Hirnatrophie eines Greises) 0,144 %, bei angebornem innern Hydrocephalus 0,102 %, bei Hydrocele 6,283 %, 4,982 %, 4,055 % und 3,410 % reines Albumin. Ich unterlasse es, aus meinen Diarien noch mehr theils von mir selbst theils unter meiner Leitung angestellte Analysen anzuführen, welche theils für, theils gegen den von *Schmidt* aufgestellten Satz sprechen könnten, und erwähne nur noch einiger von Andern erhaltener analytischer Resultate: *Berzelius*[1]) fand in einem Hirntranssudate 0,166 %, *Mulder* 0,055 %, *Tennant* 0,303 %, in dem des Bauchfells *Bibra*[2]) 2,9 %, *Jul. Vogel*[3]) in einem Falle 3,3 % in einem andern nur 0,9 %, *Dublanc* gleich Bibra 2,9 %, *Marchand* 0,238 %, *Simon*[4]) 0,84 %, bei Hydrocele 4,83 %, *Bibra* 4,8 %; bei Oedem der Füsse *Simon* = 0,70 % Albumin.

Vergleichen wir die Resultate der verschiedenen Analytiker, so möchte man auf den ersten Blick das *Schmidt*'sche Postulat: das Transsudat jeder einzelnen Haargefässgruppe habe eine besondre aber constante Zusammensetzung, für präjudicirt halten: allein bei einer nähern Erwägung der die Transsudation begleitenden Verhältnisse stellt sich ziemlich evident heraus, dass dieser Satz allerdings in der Natur begründet ist, aber, wie alle Naturgesetze, in seinen Folgen oder Wirkungen vielfach durch andre gültige Gesetze modificirt und somit der

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 198.
2) *v. Bibra*, Chem. Unters. verschied. Eiterarten. S. 160 u. 170.
3) *Jul. Vogel*, Pathol. Anat. Th. 1. S. 16.
4) *Fz. Simon*, Medic. Ch. Bd. 2. S. 582.

einfachen Erkenntniss entzogen wird Wir können also die Richtigkeit jenes Satzes nur erweisen, wenn wir *unter identischen Bedingungen* die gleichzeitigen Transsudate verschiedener Capillargruppen mit einander vergleichen. Dann finden wir allerdings, dass das Verhältniss des Albumingehalts der verschiedenen Transsudate unter einander sich ziemlich gleich bleibt, nicht aber möchten wir noch, wie *Schmidt* anzunehmen geneigt scheint, behaupten, dass die Albuminmenge in dem Transsudate jeder Haargefässgruppe unter verschiedenen Verhältnissen an eine bestimmte Zahl gebunden sei. Denn es treten noch andre Bedingungen auf, welche von Einfluss auf die Constitution des Transsudats sind. Die Transsudation ist ja nicht das Resultat eines einzigen Factors; sie hängt nicht blos von der Dichte oder Feinheit der Capillaren ab, sondern, wie schon erwähnt, von der Schnelligkeit des Blutstroms ebensowohl als von der Constitution des Blutes selbst. Würden also nicht schon die positiven Thatsachen deutlich genug für die verschiedene Constitution des Transsudats aus einem und demselben Capillarsysteme sprechen, so würde man a priori schliessen dürfen, dass einerseits bei grösserer Verlangsamung des Blutlaufs in den Capillaren und damit verbundener erheblicherer Ausdehnung der Wände die Constitution des Transsudats eine andre sein wird, als im entgegengesetzten Falle, und dass andrerseits je nach der physischen und chemischen Beschaffenheit des Blutes, die Zusammensetzung des Transsudats und namentlich ihr Albumingehalt ein sehr verschiedener sein wird.

Die Capillaren scheinen auch in verschiedenen Stadien der Entwicklung seröser Häute ihr Transsudationsvermögen zu ändern; so findet sich nach *Vogt* und *Scherer*[1]) im menschlichen Fruchtwasser während der frühern Zeit der Schwangerschaft mehr Albumin und überhaupt mehr feste Bestandtheile als gegen Ende der Schwangerschaft; *Vogt* fand im vierten Monate darin 1,077 %, nach dem sechsten 0,667 % Albumin, *Scherer* im fünften Monate 0,767 % und nach dem neunten nur 0,082 %, *Mack* im Fruchtwasser ausgetragener Kinder 0,370 und 0,264 %; drei Analysen des Fruchtwassers, die ich angestellt habe, stimmen mit denen *Mack's* am meisten überein.

Durch einfache Benutzung der bis jetzt obwohl nur sparsam vorliegenden Analysen lässt sich in inductiver Weise der Satz statuiren, dass *je langsamer der Blutlauf in den Capillaren, desto reicher an Albumin das Transsudat ist.* Wird durch bedeutende Geschwülste die Circulation in den Unterleibsvenen erheblich gehemmt, so findet man

1) *Scherer*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 1. S. 88—92.

mehr Albumin im Transsudate, als wenn nur geringere mechanische Hindernisse: Leberleiden mit Contraction des Leberparenchyms u. s. w. eine Verlangsamung des Blutlaufs in den Venen bedingen. Wird die Störung der Blutbewegung in einem Capillarsysteme so bedeutend, wie diess bei der entzündlichen Hyperämie der Fall ist, so wird ein weit albuminreicheres Transsudat gebildet; daher sehen wir, dass alle fibrinösen Transsudate durchschnittlich weit albuminreicher sind als die sg. serösen. In der Flüssigkeit von acutem Hydrocephalus findet sich (bei Abwesenheit von Fibrin) zwar weniger Albumin als in vielen andern serösen Transsudaten, aber immer mehr als bei chronischem Wasserkopf u. s. w.

Ein drittes Moment, welches auf den Eiweissgehalt so wie die übrige Zusammensetzung der Transsudate Einfluss ausübt, ist die Constitution des Blutes; *je ärmer das Blut an Albumin wird, desto weniger finden wir auch im Transsudate;* für die hydropischen Ansammlungen bei Bright'scher Krankheit, wo das Blut durch den Verlust an Eiweiss durch den Harn immer ärmer an Albumin wird, hat *C. Schmidt* z. B. den Mindergehalt an diesem Stoffe gegenüber den Transsudaten bei Hydrops aus andern Ursachen bestimmt erwiesen. In dem Transsudate, welches durch mechanisches Aufstauen des Bluts in den Unterleibsgefässen bei reichem Eiweissgehalte des Bluts bedingt ist, findet sich (bei Leberaffectionen, Herzkrankheiten) mehr Albumin, als in jenem, die ihre Quelle in hydrämischem Blute haben (bei Bright'scher Krankheit, Krebs, Lungentuberculose, nach erheblichen Säfteverlusten u. s. w.).

Endlich ist auch ein bereits anderweit hervorgehobener Umstand bei der Beurtheilung der Transsudate nicht zu übersehen; wenn nämlich die Transsudate sehr lange in der serösen Höhle stagniren, ohne resorbirt oder durch Kunst entfernt zu werden, wie diess am häufigsten bei Hydrocele, Eierstockswassersucht und andern abgesackten hydropischen Flüssigkeiten der Fall ist, so pflegen die wässrigen und ein Theil der salzigen Theile wieder aufgesogen zu werden, so dass alsdann bei der Untersuchung die Flüssigkeit weit concentrirter und eiweissreicher gefunden wird, als solche Transsudate sonst zu sein pflegen.

Wenn diese Sätze auch erst nach weiteren und zwar systematisch durchgeführten Untersuchungen ihre volle Gültigkeit in der Wissenschaft zu erwarten haben, so bieten sie uns doch wenigstens einige Aussicht dar, auch dieses bis jetzt noch düstere Gebiet der

pathologischen Chemie zu erhellen, und die zusammenhangslosen, höchstens noch durch fingirte Krasen und dergleichen Nebelbilder verhüllten, Thatsachen zu einem klaren wissenschaftlichen Ganzen zu vereinigen; vielleicht ist die Hoffnung nicht zu kühn, wenn wir glauben, dass auch in der Pathologie die Zeit kommen wird, wo aus drei gegebenen Factoren die Resultirenden sich berechnen, eine in Chiffern ausdrückbare Gleichung für den pathologisch-physikalischen Process der Transsudation sich aufstellen lassen wird.

Während die vorliegenden chemischen Untersuchungen der Transsudate uns wenigstens einige Aussicht einer nähern Erkenntniss der mechanischen Stoffbewegungen im gesunden und kranken Thierkörper gewähren: lassen sie uns rücksichtlich der Erkenntniss der chemischen Bewegungen, d. h. der Umwandlungen, welche die Stoffe bei und nach der Transsudation erleiden, vollkommen im Dunkeln. Diess gilt insbesondere von denjenigen Stoffen, die unter den sg. Extractivstoffen verborgen sind, namentlich den Proteïnoxyden, Pyin und andern wahrscheinlich der regressiven Metamorphose angehörigen Materien. Unter diesen Extractivstoffen macht jene Materie, welche in Wasser auflöslich, in Alkohol aber unlöslich ist und durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt wird, immer einen grossen Theil aus; sie ist dem *Mulder*'schen Proteïntritoxyd ähnlich, zeigt aber, wenn es gelingt, geeignete Mengen davon darzustellen, bei der Elementaranalyse verschiedene Zusammensetzung. Dasselbe gilt auch von der durch Essigsäure fällbaren Materie, die sich oft in ältern Transsudaten vorfindet; dieselbe besitzt selten die von *Güterbock* dem Pyin zugeschriebenen Eigenschaften; namentlich ist sie in Essigsäure nicht unlöslich; gelingt es auch, sie von dem durch Essigsäure gleichzeitig präcipitirten Albumin zu trennen und sonst zu reinigen, so zeigt sie doch so verschiedene Zusammensetzung, dass man aus den Analysen nicht einmal entscheiden kann, ob sie ein Oxydationsproduct des Proteïns ist oder nicht. In frischen Transsudaten findet sich dieser Stoff nicht.

Die Extractivstoffe finden sich in den Transsudaten immer in grösserer Menge, als in dem entsprechenden Liquor oder Serum des Bluts; gewöhnlich ist ihre Zahl in den ältern, stagnirenden Flüssigkeiten grösser als in den frisch ausgeschiedenen, relativ geringer ist sie dagegen in den faserstoffhaltigen Transsudaten als in den serösen. Während im Serum des normalen Blutes das Verhältniss des Albumins (ohne Fette) zu den Extractivstoffen = 100 : 5, ist, gestaltet

sich das Verhältniss in frischen fibrinösen Transsudaten auf 100 : 8 bis 16, in frischen serösen auf 100 : 12 bis 30 und in älteren auf 100: 42 bis 86. Es dürfte wohl hieraus zu schliessen sein, dass die fraglichen Stoffe in grösserer Menge aus dem Blute in die Höhlen transsudiren als das Albumin; diess wird besonders auch durch die Analysen der normalen Transsudate: des Herzbeutelwassers, der Cerebral- und Spinalflüssigkeit, des Fruchtwassers, der Thränenfeuchtigkeit und des Humor aqueus bestätigt, in welchen die Proportion = 100 : 300 steigt, ja der Albumingehalt verschwindend klein werden kann, so dass er bei der geringen Menge der Objecte gar nicht mehr quantitativ bestimmbar ist, obgleich er durch die bekannten Reagentien auf Albuminate, namentlich das *Millon*'sche Reagens (vergl. Th. 1. S. 336), recht wohl qualitativ nachweisbar ist. Im Allgemeinen bleiben aber die Extractivstoffe immer eine höchst variable Grösse, theils wohl deshalb, weil sie zum Theil durch die chemische Behandlung aus Albuminaten sich etwas vermehren, theils aber auch, weil sie zu den transsudirten Wassermengen je nach der Constitution des Bluts und der eigenthümlichen Structur einzelner Haargefässe in sehr verschiedenen Verhältnissen stehen. Dabei darf aber allerdings auch nicht ausser Acht gelassen werden, dass in ältern namentlich ursprünglich fibrinösen Transsudaten, in denen morphologische Bildungen stattgefunden haben, ein Theil des Albumins in diese übergeht, und ein andrer Theil sich in extractartige Materie umwandelt, so dass dann bei der Analyse die Extractivstoffe absolut und relativ vermehrt gefunden werden. Es würde daher auch überflüssig sein, hier den verschiedenen Gehalt der Transsudate an Extractivstoffen nach den vorliegenden Analysen anzuführen.

In der Flüssigkeit eines hydropischen Ovariums fand *Scherer* eine durch Wasser und Essigsäure fällbare „Modification des *Schleimstoffs*"; einen ähnlichen Körper beobachtete ich dreimal in Hydroceleflüssigkeiten.

Im *Fruchtwasser* nach vollendeter Schwangerschaft fanden *Mack* 0,99 % und 0,91 % Extractivstoffe, *Scherer* nur 0,06 %, dagegen in dem eines fünfmonatlichen Fötus = 0,724 %.

An neutralen verseifbaren und verseiften F e t t e n finden wir in den Transsudaten im Ganzen nur geringe Mengen; doch scheint auch hier die Natur der Haargefässgruppe, durch welche die Transsudation erfolgt, nicht ganz ohne Einfluss zu sein; denn die Flüssigkeit der Hirnhautcapillaren, die des Pericardiums, die des Unterhautbindegewebes so wie der Humor aqueus sind sehr arm daran; indessen sind sie hier, wie in manchen pathologischen Fällen im Verhältniss zum

Albumin oft vermehrt; diess ist jedoch nur bei grosser Armuth der betreffenden Flüssigkeit an Albumin der Fall; in eiweissreicheren Transsudaten ist das Verhältniss der verseifbaren und verseiften Fette wenig anders als im Blute. Bei einer genauern Vergleichung der einzelnen Analysen stellt sich aber doch heraus, dass die Capillaren für diese Fette eine etwas grössere Penetrabilität besitzen müssen als für das Albumin; namentlich ist der Fettgehalt der festen Rückstände von fibrinösen Transsudaten immer etwas grösser als der der Intercellularflüssigkeit des Blutes; trägt derselbe doch vielleicht auch etwas zur Plasticität des Transsudats, zur Bildung von Eiterkörperchen u. s. w. bei. Eine Ausnahme von diesen Erfahrungen macht das Fruchtwasser; dieses wird namentlich in den letzten Monaten der Schwangerschaft, wo sein Albumingehalt gerade abnimmt, sehr fettreich, ja von Fettpartikeln getrübt gefunden; dieser Fettgehalt ist aber nicht das Aussonderungsproduct des Amnions, sondern rührt von der Absonderung der Talgdrüsen des Fötus, der Vernix caseosa, her. In dem Liquor amnios fanden daher *Mack*[1]) 0,125 und 0,013 % Fett, ich bei ausgetragener Frucht = 0,098 %.

Die sogenannten unverseifbaren Fette oder Lipoïde, Cholesterin und Serolin, kommen gewöhnlich in weit grösserer Menge in Transsudaten vor, als die eigentlichen Fette; vorzüglich findet sich das *Cholesterin* in abgesackten hydropischen Ausschwitzungen, öfter noch in Hydroceletranssudaten in solchen Mengen, dass diese undurchsichtige, beim Schütteln perlmutterglänzende Streifen bildende Flüssigkeiten oder einen weichen Cholesterinbrei darstellen. In der Regel sind die Transsudate und zwar die normalen keineswegs so reich an Cholesterin, dass dieses aus der gerade vorliegenden Flüssigkeit quantitativ bestimmt werden könnte; doch lässt sich aus der mikroskopischen Untersuchung der Aetherextracte selbst normaler Transsudate nach ungefährer Schätzung schliessen, dass der Cholesteringehalt der Flüssigkeit den der eigentlichen Fette wo nicht übertrifft, doch wenigstens nahezu erreicht. Ueberhaupt haben aber unter gewissen, wiewohl noch nicht genau bestimmbaren, Verhältnissen die Capillaren überhaupt die Fähigkeit, Cholesterin in grösserer Menge zu transsudiren als andere Stoffe; denn nicht etwa blos in den erwähnten Fällen abgesackter Wassersuchten finden wir Cholesterinansammlungen; die Plexus choroidei des Gehirns, welche eine so stoffarme Flüssigkeit

1) *Mack*, Heller's Arch. Bd. 3. S. 218—224.

aussondern, werden nicht allzu selten mit ganzen Crusten von Cholesterinplättchen bedeckt gefunden; wie viele Analysen sind aber nicht schon mit den Transsudaten des Peritonäums oder der Pleura angestellt worden, bei denen der Gehalt an Cholesterin besonders auffallend gefunden wurde? Ja man möchte sich fast zu dem Glauben hinneigen, die Gefässwände besässen eine besondere Anziehungskraft für das Cholesterin, indem man sich besonders des atheromatösen Processes der Arterien erinnerte: wenn jene Cholesterinansammlungen sich nicht viel einfacher (wenn auch nicht vollständig) dadurch erklären lassen, dass aus der transsudirten Flüssigkeit vermittelst der Lymphgefässe oder auf andre Weise Wasser, albuminöse Stoffe und Salze leichter wieder aufgesogen werden als das Cholesterin, oder dass diesem durch partielle Aufsaugung das Lösungsmittel entzogen und es somit gezwungen werde, sich in fester Gestalt krystallinisch in der Transsudathöhle auszuscheiden.

In einer Hydroceleflüssigkeit, welche einen ziemlich consistenten Brei bildete, fand ich 3,041 % (38,202 % des festen Rückstandes) reines Cholesterin, in einer andern 1,569 %, *Simon*[1]) in einem ähnlichen Objecte 0,84 % Cholesterin mit wenig Elain und Margarin.

Serolin, welches so leicht durch seine Krystallform unter dem Mikroskope von Cholesterin und krystallisirbaren Fettsäuren zu unterscheiden ist (es bildet meist sechsseitige oder rhombische Tafeln, deren nähere krystallometrische Bestimmung in den ersten Theil gehört), findet sich neben dem Cholesterin immer in den Transsudaten, jedoch selten erheblich vermehrt.

Seit *Pettenkofer* das schöne Mittel entdeckt hat, die harzigen Säuren der Galle zu erkennen, wird es mit uns vielen, die sich mit Untersuchung krankhafter Transsudate beschäftigt haben, gelungen sein, jene Stoffe in hydropischen Flüssigkeiten nachzuweisen; es stand zu erwarten, dass diese Stoffe, wenn sie einmal im Blute vorkommen, auch in die gleichzeitigen Transsudate mit übergehen werden. So oft ich bis jetzt von Leberaffectionen bedingte hydropische Ausschwitzungen untersucht habe, wurden auch constant in dem alkoholischen, vorher mit Aether ausgezogenen Extracte und auch gewöhnlich im Aetherextracte selbst Stoffe gefunden, welche die bekannte Reaction ausgezeichnet schön und schnell gaben, so dass an

1) *Fz. Simon*, Medic. Chem. Bd. 2. S. 582.

eine Verwechslung mit Elain u. dergl. nicht zu denken war. Bei Hydrops, durch Herzkrankheiten (ohne secundäre Leberaffection) oder durch Bright'sche Krankheit bedingt, vermochte ich jedoch solche Gallenstoffe keineswegs nachzuweisen. Dagegen war es mir sehr auffallend, in zwei Fällen von Hydrocele, wo weder physikalische Exploration der betreffenden Leidenden noch die Anamnese ein bestehendes oder vorangegangenes Leberleiden ermitteln konnte, neben grossen Mengen von Cholesterin auch unzweifelhafte Spuren von harzigen Gallensäuren vorzufinden. Bis weitere Untersuchungen vorliegen werden, muss dieser Gegenstand wohl unerörtert bleiben.

Nicht ganz unerwähnt lassen kann ich, dass es mir gelang, aus dem alkoholischen Extracte des Liquor amnios mehr noch aus dem der Vernix caseosa eines ausgetragenen Kindes eine nur durch basisch essigsaures Bleioxyd fällbare Substanz zu erhalten, welche aber mit Zucker und Schwefelsäure die Pettenkofer'sche Reaction nicht gab; das Ammoniaksalz dieser Säure krystallisirte unter dem Mikroskope in breiten Blättern.

Dass auch Gallenpigment in die Transsudate und zwar in die normalen so wie in die krankhaften bei Icterus mit übergeht, ist schon längst aus der characteristischen Färbung solcher Flüssigkeiten geschlossen und später auch durch chemische Versuche ausser Zweifel gestellt worden. Merkwürdig ist aber, dass in den erwähnten zwei Fällen von Hydrocele, wo neben sehr viel Cholesterin harzige Gallensäuren gefunden wurden, sich auch Spuren von Gallenpigment vorfanden. Dessen Gegenwart war sehr leicht mit Bestimmtheit nachzuweisen, machte sich aber zuerst dadurch bemerkbar, dass, nachdem aus der Flüssigkeit durch Essigsäure ein Theil des Albumins gefällt war, beim Kochen sich nicht nur ein grünes Coagulum bildete, sondern auch die darüber befindliche Flüssigkeit ziemlich intensiv grün gefärbt erschien.

Heller hat bei Untersuchung verschiedener fauliger, eitriger, blutiger Hydroceleflüssigkeiten ähnliche Erfahrungen gemacht, dabei aber auch Harnsäure, Harnstoff, margarinsaures Natron, gallensaures Natron in Menge gefunden.

Es ist bereits Th. 1. S. 298 erwähnt worden, dass Zucker in den serösen Exsudaten bei Diabetes so gut gefunden wird, wie Gallenpigment bei Icterus. Nach der Entdeckung dieses Stoffes im normalen Blute dürfte man erwarten, dass er auch in den gewöhnlichen Transsudaten vorkomme: allein direct nachgewiesen ist er darin noch nicht, da gewöhnlich die der Untersuchung vorliegenden Mengen zu gering sind, um eine genaue Nachsuchung auf Zucker auszuführen.

In 1½ Kilogramm des Peritonäaltranssudats von einem mit Lebergranulation behafteten Säufer (einer Quantität, die zur Zuckerbestimmung recht wohl ausgereicht hätte, wenn hierin ebensoviel Zucker als im normalen Blutserum enthalten gewesen wäre) suchte ich nach diesem Stoffe vergeblich, allein nach dem, was wir über die Zuckerbildung in der Leber oben (S. 83) bemerkt haben, ist es wahrscheinlich, dass in dem Falle eines Leberleidens die Zuckererzeugung selbst beeinträchtigt wird, und demnach hier solcher nicht gefunden werden konnte.

Von dem Vorkommen des Harnstoffs in normalen und excessiven Transsudaten ist schon Th. 1. S. 171 die Rede gewesen. Da dieser Körper sich selbst im Humor aqueus so wie im Fruchtwasser vorfindet, und von *C. Schmidt*[1]) auch in der Flüssigkeit eines chronischen Wasserkopfs, mit dem kein Nierenleiden verbunden war, nachgewiesen worden ist, so dürfte wohl anzunehmen sein, dass dieser im kreisenden Blute befindliche Stoff die Wände jeder Art von Capillaren mit dem Wasser und andern leicht permeabeln Stoffen durchdringe, und dann in einer dem Gehalte der Blutflüssigkeit an Harnstoff entsprechenden Quantität in dem Transsudate gefunden werde, ja bei gestörter Function der Lymphgefässe könnte er sich wohl sogar in grösserer Menge ansammeln, da er aller Wahrscheinlichkeit nach die thierischen Häute weit leichter wie andre organische Substanzen oder wenigstens ebenso leicht wie die Alkalisalze durchdringt. In den Transsudaten bei Nierenaffection ist er also nur deshalb so häufig erkannt worden, weil er unter solchen Verhältnissen sich auch im Blute in weit grösserer und leicht nachweisbarer Menge ansammelt.

Marchand[2]) fand einmal in dem Bauchfelltranssudate einer Frau, welches 4,78 % fester Bestandtheile enthielt, 0,42 % Harnstoff.

Da sich in den Ausschwitzungen der Capillaren Harnstoff oft in so grossen Mengen vorfindet, so dürfte man wohl erwarten, dass sich auch andre im Blute nachgewiesene oder noch nicht nachgewiesene Producte der retrograden Stoffmetamorphose, z. B. Hippursäure, Kreatin, Harnsäure u. s. w. vorfinden, allein diese und ähnliche Stoffe sind wenigstens noch nicht mit Sicherheit durch irgend einen Analytiker aufgefunden worden. Dass im Fruchtwasser Kreatin vorkomme, ist durch *Scherer's* Untersuchung, der durch Chlorzink einen krystallisirbaren, der Kreatinverbindung *Pettenkofer's* sehr ähnlichen, Körper darstellte, mehr als wahrscheinlich geworden.

1) *C. Schmidt*, Characteristik u. s. w. S. 124.
2) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 11. S. 458.

Ausser den fettsauren Alkalien enthalten die Transsudate noch andre organisch saure Salze; das Alkali ist in denselben zwar hauptsächlich an Albumin gebunden, allein wir finden, wie erwähnt, in der transsudirten Flüssigkeit zuweilen gar kein Natronalbuminat und doch ist die Asche reich an kohlensauren Salzen; ja selbst in jedem Transsudate, wenn es auch nur jenes Alkalialbuminat enthielte, sind noch andre organisch saure Alkaliverbindungen enthalten, und zwar solche, die in Spiritus leicht löslich sind und dem alkoholischen Extracte stark hygroskopische Eigenschaften ertheilen. Hat man auch das spirituöse Extract von Fett und Fettsäuren durch Aussalzen u. s. w. möglichst befreit, so erhält man doch beim Einäschern immer Carbonate. Welches aber die Säure ist und ob es mehrere sind, hat sich bei den geringen Mengen, in welchen sie sich im Transsudate und selbst in dessen festem Rückstande befindet, noch nicht bestimmen lassen. Man wird nicht abgeneigt sein, diese an Alkali gebundene Säure vorläufig für Milchsäure gelten zu lassen, da diese Säure aus den Muskeln jedenfalls ins Blut übergehen muss und auch von der Verdauung her dem Blute zugeführt wird; mit jenen Circulationsstörungen, durch welche excessive Transsudationen bedingt werden, ist gewöhnlich auch ein verminderter Gasaustausch in den Lungen und demzufolge eine minder regelmässige Oxydation der zu verbrennenden Blutbestandtheile verbunden; es ist daher wohl denkbar, dass milchsaure Alkalien in solchen Zuständen in grössrer Menge die Capillaren durchdringen, und dass die absolute und relative Vermehrung des alkoholischen Extracts ebensowohl als dessen Asche im Transsudate im Verhältniss zu der im Blutserum von dem reichlichern Gehalt an milchsauren Salzen herrührt. Wird das Blut, wie *Scherer*[1]) in manchen Formen des Puerperalfiebers gefunden hat, sauer, so ist es sehr natürlich, dass auch die Transsudate freie Säure enthielten; in diesen Fällen hat sich *Scherer* durch directe Analyse von der Anwesenheit der Milchsäure überzeugt. In einem solchen Transsudate fand derselbe 0,105% freies Milchsäurehydrat.

Wahrhafte Transsudate, die, ohne dass im Blute bereits freie Säure enthalten sei, giebt es wohl nicht; denn erstens ist es unwahrscheinlich, dass die Häute der Capillaren während des Actes einfacher Transsudation die Fähigkeit besitzen sollten, Salze des Blutes in Säure und Base zu zerlegen und nur die erstere durch sich hindurchtreten

1) *Scherer*, Untersuch. z. Pathologie. S. 147—194.

zu lassen; eine nachträgliche Entwicklung freier Säure im einfachen *Transsudate* scheint aber auch nicht vorzukommen; nur wenn Eiterbildung und ähnliche Processe in *Exsudaten* statt haben, ist eine saure Reaction der Flüssigkeit und zwar meist in Folge von Fettgährung beobachtet worden.

Simon[1]) hat einmal eine Pemphigusflüssigkeit untersucht, welche stark sauer reagirte; er hielt die freie Säure für Essigsäure, da sie flüchtig zu sein schien; diess ist aber ohne Zweifel ein ungewöhnlicher Zustand gewesen; das Fett kann in diesem Falle, wie auch im gewöhnlichen Eiter, in Buttersäuregährung übergegangen sein; denn alle vesiculären Eruptionen auf der Haut, seien sie künstlich durch blasenziehende Mittel erzeugt, oder die natürlichen krankhaften Erscheinungen von *Pemphigus*, *Herpes* oder *Eczema*, reagiren alkalisch und enthalten Albumin (wie schon *Andral*[2]) beobachtet hat); sie gehören den einfachen Transsudaten an. Nur der blasige Ausbruch auf der Haut, welchen man *Sudamina* nennt, zeigt constant saure Reaction; er entsteht aber auch nicht, wie die andern blasigen Hautausschläge, in Folge localer Congestion; der Inhalt der Sudaminabläschen enthält kein Eiweiss und ist daher nicht den Transsudaten beizuzählen. Auf die Ursache seiner sauren Reaction kommen wir beim Schweisse zurück.

Heintz[3]) hat in der Flüssigkeit von Echinococcusbälgen eine unzersetzt sublimirbare, krystallinische organische Säure gefunden, die sehr viel Aehnlichkeit mit Bernsteinsäure besitzt; da *Dessaigne*[4]) nachgewiesen hat, dass aus Buttersäure durch Oxydation Bernsteinsäure erzeugt werden kann, so würde das Vorkommen letztrer Säure im thierischen Organismus nichts auffallendes mehr haben.

Dass die löslichen Mineralsalze aus dem Blute durch die Capillarwände in grösserer Menge transsudiren, als irgend ein organischer Stoff ist bereits in dem Obigen vielfach angedeutet worden; indessen lässt sich aus fast allen guten Analysen solcher Exsudate, soweit sie bis jetzt bekannt geworden sind, folgendes als constatirt ansehen: Wasser transsudirt in jedem Falle in grösster Menge; die fibrinösen Transsudate, welche der Blutflüssigkeit rücksichtlich ihres Gehaltes an festen Bestandtheilen am nächsten stehen, enthalten gleichwohl constant etwas *weniger Salze, als das Blutplasma;* während in letzterem durchschnittlich etwa 0,85 % Mineralstoffe enthalten sind, finden wir in fibrinösen Transsudaten meist 0,73 bis 0,82 % Salze. Anders stellt sich dagegen das Verhältniss der Salze in den eigent-

1) *Fz. Simon*, Med. Chem. Bd. 2. S. 579.
2) *Andral*, Compt. rend. T. 26. p. 650—657.
3) *Heintz*, Jenaische Ann. d. Physiol. u. Med. Bd. 1. S. 180—191.
4) *Dessaigne*, Compt. rend. T. 30. p. 50.

lichen hydropischen Ansammlungen heraus; in diesen sehen wir den Salzgehalt der Flüssigkeit oft das Normalmittel des Salzgehaltes gesunden Blutserums erreichen, ja zuweilen steigt die Zahl desselben auf 0,86 bis 0,95%; indessen auch hier bleibt die Regel gültig, dass das Transsudat etwas weniger Salze enthält, als die entsprechende Blutflüssigkeit; denn das Blut ist bei Hydrops immer reicher an Salzen, wie wir oben S. 242 gesehen haben. Je salzreicher das hydropische Blut ist, desto salzreicher das Transsudat; immer enthält aber das letztere einen Bruchtheil weniger Salze, als das erstere. Diesen Satz kann man durch eine sorgfältige Vergleichung aller bis jetzt vorliegenden Analysen bestätigt finden; er ist aber erst durch die sorgfältigen Untersuchungen *Schmidt's* zur Gewissheit erhoben worden, so dass man ihn als Gesetz betrachten könnte, wenn er durch eine generelle Formel ausdrückbar wäre. *Schmidt* hat aber ferner gezeigt, dass diese Regel eine Ausnahme erleidet, wenn gleichzeitig mit der Transsudation nach innen eine Absonderung von Albumin nach aussen statt findet, also z. B. bei gleichzeitiger Albuminurie; dann transsudirt nach innen (wenigstens durch die Capillaren des Bauchfells) eine grössere Menge Salz und weit weniger Albumin als ohne den Eiweissverlust nach aussen; daher in solchen Fällen die Zahl der Mineralsalze oft die der organischen Stoffe erreichen, ja übertreffen kann.

Eine ähnliche Bewandtniss, wie mit dem Salzgehalte der Transsudate bei gleichzeitiger Albuminurie, mag es mit dem Salzgehalte des Fruchtwassers haben; in letzterem finden sich im fünften Monate der Schwangerschaft nach *Scherer* 0,925% Salze neben 0,767% Albumin; hier geht das Albumin nicht verloren, sondern wird anderweit verwendet und daher die erhebliche, ungewöhnliche Zunahme der Salze im Amniontranssudate; zu Ende der Schwangerschaft ist das Verhältniss des Albumins zu den Salzen noch ungünstiger; in diesen Fällen fand man neben 0,92% Salzen nur 0,37% Albumin und *Scherer* neben 0,706% gar nur 0,082%.

Ganz eigenthümlich gestalten sich die Verhältnisse der Salze in den Darmcapillartranssudaten beim Choleraprocesse oder bei Diarrhöen nach drastischen Abführmitteln; in solchen Transsudaten übersteigt die Menge der Salze die des Albumins um das fünf- ja um das siebenfache; zugleich sind diese Ausscheidungen reicher an Wasser als die irgend einer andern Art; die Blutmischung steht hier nicht wie bei den hydropischen Ausschwitzungen in ziemlich directer Proportion zu der des Transsudats, sondern geradezu in umgekehrtem Verhältnisse, d. h. es wird ärmer an Wasser, ärmer an Salzen und weit

reicher an Albumin gefunden (vergl. Choleradejectionen S. 143 und Cholerablut S. 254).

Was die Art der Salze in den Transsudaten betrifft, so ist diese vollkommen dieselbe wie die der Intercellularflüssigkeit; rücksichtlich ihres gegenseitigen quantitativen Verhältnisses sind kaum Unterschiede im Transsudate von dem des Blutserums wahrzunehmen; wie in diesem sind die Chlorverbindungen bedeutend überwiegend über die Phosphate, Sulphate und Carbonate, die Natronverbindungen aber über die Kalisalze. Eine für die Physiologie der Absonderung höchst wichtige Ausnahme von der eben erwähnten Regel hat *C. Schmidt* in der Constitution der Salze gefunden, welche in der Flüssigkeit der Hirnhöhlen (dem Transsudate der Choroidalplexus) vorkommen. Während das Transsudat der Hirnhäute (Pia mater und Arachnoidea) die Salze vollkommen in demselben Verhältnisse enthält, wie die Ausscheidungen andrer seröser Membranen, sind hier weit mehr Kaliumverbindungen und Phosphate in den Mineralbestandtheilen enthalten, so dass die Proportion des Kaliums zum Natrium und die der Phosphate zu den Chloriden sich mehr der der in den Blutzellen enthaltenen Salze nähert. Während (nach *Schmidt*) in den Salzen des peripherischen Hirncapillartranssudats auf 2,8 % Kalium 40,0 % Natrium kommen (ein dem der Salze des Blutserums fast völlig entsprechendes Verhältniss), sind in den Salzen der Transsudate der Choroidalplexus auf 100 Th. durchschnittlich neben 17,8 % Kalium nur 27,2 % Natrium enthalten. Ebenso nähert sich die Constitution des centralen Hirncapillartransudats rücksichtlich der Chlorverbindungen und Phosphate der der Blutzellen; während in 100 Th. Salzen des Blutserums 5,6 Th. Phosphorsäure neben 45,2 Th. Chlor enthalten sind, fand *Schmidt* in den Salzen bei centralem Hydrocephalus 8,9 % Phosphorsäure und 37,6 % Chlor. Die Cerebrospinalflüssigkeit ist also nicht als reines *Transsudat* oder Filtrat der Blutflüssigkeit zu betrachten, sondern zeigt sich als eigenthümliches *Secret*, an dessen Bildung die Blutkörperchen der Constitution ihrer Salze nach sich wesentlich zu betheiligen scheinen.

Dass übrigens kohlensaure Salze auch in den normalen alkalischen Transsudaten nicht fehlen, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man frische, durch Paracentese gewonnene, Flüssigkeiten im Vacuum möglichst gasfrei macht, dann ohne Luftzutritt Essigsäure zufliessen lässt und durch Evacuiren ebensowohl wie durch Wasserstoffgas die freigemachte aber vom Serum absorbirt gehaltene Kohlensäure austreibt und auf bekannte Weise bestimmt,

kurz das Verfahren anwendet, welches ich[1]) zur Bestimmung der gebundenen Kohlensäure des Blutes einschlug.

Während des Choleraprocesses und nach Anwendung drastischer Abführmittel weicht auch die Constitution der Salze in den Transsudaten, d. h. in den Darmdejectionen wesentlich von der in gewöhnlichen Ausschwitzungen ab; hier herrschen nach den feinen Untersuchungen *Schmidt's* die Chlor- und Natriumverbindungen noch weit mehr über die Phosphate und Kaliumverbindungen vor, als in den gewöhnlichen Transsudaten. Dagegen pflegen andere den Choleraprocess begleitende Transsudate gerade das entgegengesetzte Verhältniss zu den gewöhnlichen serösen Ausschwitzungen zu zeigen; während sonst z. B. die normale so wie die excessive Hirncapillartranssudation wenig feste Stoffe enthält und unter diesen die Mineralstoffe um das $2\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{4}$fache über die organischen überwiegend sind, findet man bei der Cholera die Hirntranssudate nicht nur weit reicher an festen Bestandtheilen, sondern unter diesen sogar mehr organische als mineralische Stoffe; unter letzteren prävaliren aber die Natrium- und Chlorverbindungen weit weniger, als in gewöhnlichen Transsudaten, ja die Kaliumverbindungen und Phosphate müssen um so mehr vorherrschen, da das Choleraserum weit mehr von diesen Verbindungen enthält, als normales Serum. Leider hat *Schmidt* eine genauere Analyse der Salze der Cerebrospinalflüssigkeit in der Cholera nicht anstellen können, um noch durch Zahlenresultate das Ueberwiegen der Phosphate und des Chlorkaliums in diesem Transsudate belegen zu können.

Ammoniaksalze sind in normalen und frischen (durch Paracentese gewonnenen) Transsudaten nicht nachweissbar (vergl. Th. 1. S. 461); wenn man solche gefunden zu haben glaubt, so beruht diess auf den früher erwähnten Irrungen; selbst in mehrern Secreten der Tunica vaginalis testiculi propria von altem Datum vermochte ich Ammoniak nicht mit Sicherheit zu erkennen. Wenn man freilich, wie es geschehen, die Analyse bereits in Fäulniss übergegangener Objecte der Mühe für werth hält, wird man immer Ammoniak finden; dagegen muss man nothwendiger Weise in den Darmtranssudaten immer Ammoniak finden, da im Darme die Zersetzung solcher Substanzen so ausserordentlich rapid vor sich geht, dass man von deren Untersuchung ganz abstehen müsste, wollte man diese nur im reinsten, nativen Zustande untersuchen. Ammoniak muss aber gefunden werden und

1) *Lehmann,* Berichte d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. 1. S. 96—100.

ist namentlich auch von *Schmidt* in allen den Transsudaten gefunden worden, welche aus einem ammoniakhaltigen oder wenigstens harnstoffreichen Blute (vergl. oben S. 254) entspringen, daher nicht selten in hydropischen Exsudaten bei Albuminurie.

Dass endlich die Transsudate wie alle thierischen Flüssigkeiten auch freie Gase enthalten, davon kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man mit der Luftpumpe einen einfachen Gasapparat in Verbindung setzt. Kohlensäure ist auch in dem Gasgemenge der Transsudate überwiegend, jedoch Sauerstoff und Stickstoff mit Sicherheit nachzuweisen. Nach allerdings nur ungefähren Bestimmungen erhielt ich aus frischen durch Paracentese entleerten Transsudaten durchschnittlich weniger Gase und unter diesen immer relativ mehr Kohlensäure, als aus frischem Blutserum von solchen, denen nur sogenannter Plethora wegen das Blut entzogen worden war.

Der Apparat, dessen ich mich für diese oberflächliche Untersuchung bediene, ist ungefähr folgendermassen construirt: zwei Flaschen sind mittelst Glasröhren und Korken mit einander verbunden; in die untere wird die zu untersuchende Flüssigkeit gebracht, in die obere reines Mandel- oder Olivenöl; die letztere ist zweihalsig; aus deren Seitentubulus geht eine mit Oel erfüllte Glasröhre bis auf den mit Oel bedeckten Boden einer dritten Flasche; letztere wird mit der Luftpumpe in Verbindung gesetzt. Wird jetzt evacuirt, so steigen die aus dem Blute sich entwickelnden Gas- und Wasserdampfblasen in die obere (umgekehrt über der unten stehenden) Flasche, verdrängen das Oel durch die Communicationsröhre in die dritte Flasche u. s. w., lässt man wieder Luft zu letzterer Flasche treten, so wird das Oel nur zum Theil in die obere Flasche zurückgedrängt; der Raum des in dieser befindlichen Gases wird sich vermindern bis auf das dem äussern Luftdrucke entsprechende Volumen; da es an der Wiederaufsaugung von Seiten der wässrigen Flüssigkeit in der untern Flasche durch das Oel verhindert ist, so kann man sich wenigstens von dem ungefähren Gehalte solcher Flüssigkeiten an Gasen unterrichten.

Eines besondern Nachweises der verschiedenen Wege, die zur qualitativen und quantitativen Analyse der Transsudate eingeschlagen werden können, bedarf es an diesem Orte wohl nicht, da hier dieselben Regeln gelten, die wir unter der „Analyse des Bluts“ und unter den thierischen Substanzen in den betreffenden Abschnitten näher bezeichnet haben. Nur darauf dürfte noch aufmerksam zu machen erlaubt sein, dass hier, wie eigentlich bei jeder Untersuchung einer thierischen Flüssigkeit, die mikroskopische Analyse der chemischen vorangehen muss. Die Gegenwart von Blutkörperchen dürfte z. B. schon die Qualification des Objectes als reines Transsudat aufheben; soll nicht eine ganz beziehungslose Analyse des Objects ohne alle Berück-

sichtigung gewisser (oben zum Theil berührter) einheitlicher Momente vorgenommen werden, so kann die Untersuchung nicht zu einem wissenschaftlichen Resultate führen; denn ist das Object nicht rein, so wird auch das Ergebniss des Versuchs kein reinliches sein können. In ähnlichem Falle würde man sich befinden, wenn Vibrionen und dergl. die Fäulniss begleitende Bildungen vorgefunden würden. Ist nichts von allem diesen zu bemerken, so wird man häufig Zellen im Transsudate antreffen, welche Lymphkörperchen oder Eiterzellen gleichen. Diese sind hier ebensowenig als jene, welche Schleimhäuten entsprossen sind, ohne Weiteres für Eiterkörperchen zu halten; nur wenn eigentlicher Eiter vorhanden ist (was allerdings im speciellen Falle oft sehr schwer zu entscheiden), darf das Object nicht als reines Transsudat betrachtet werden. In fibrinfreien Transsudaten sind natürlich die im Transsudat suspendirten Stoffe: Fett, Epithelialzellen, jene embryonalen Zellen und ähnliche Körper durch Filtration von der Flüssigkeit (so viel als diess durch Filtriren eben möglich ist) zu trennen; findet sich dagegen geronnener Faserstoff vor, so ist dessen absolute Menge durchaus nicht genau zu bestimmen; durch mikroskopische Untersuchung hat man sich darüber zu unterrichten, ob mehr oder weniger morphologische Elemente ihm beigemengt sind, und diesen Umstand natürlich bei der Schätzung der im Transsudate enthaltenen Faserstoffmenge zu berücksichtigen.

Die Mengenverhältnisse, in denen die verschiedenen Transsudate im normalen oder excessiven Zustande aus dem Blute austreten, sind so verschieden, dass sich selbst für jede einzelne Haargefässgruppe nichts Allgemeines feststellen lässt. Wichtig werden sie aber im höchsten Grade für die Betrachtung des mechanischen wie des chemischen Stoffwechsels im gesunden und kranken Thierkörper; aber auch dort gewinnt das Grössenverhältniss der Transsudate nur ein Interesse, indem die Einzelfälle nur zu speciellen Beziehungen verwendet und darnach zur Aufstellung allgemeinerer Gesichtspunkte verwerthet werden können.

Da wir die Genesis der Transsudate, so weit sie vor Betrachtung des allgemeinen thierischen Stoffwechsels hier uns angeht, in dem Obigen schon sattsam berücksichtigt haben, so würde uns nur noch übrig bleiben, den physiologischen Werth der normalen Transsudate und den Nutzen der abnormen für den Ablauf pathologischer Processe (als nach innen geworfene Krisen u. dergl.) in Be-

tracht zu ziehen, wenn nicht die Zwecke jener der rein physikalischen Physiologie angehörten und die der letztern gänzlich ausser dem Kreise naturwissenschaftlicher Anschauungen lägen.

Milch.

Dieses nur den Säugethieren eigenthümliche Drüsensecret ist gewöhnlich weiss, oft auch bläulich weiss, seltner etwas gelblich gefärbt, undurchsichtig, ohne Geruch, von schwach süsslichem, etwas fadem Geschmacke und alkalischer Reaction; das specifische Gewicht schwankt nach *Scherer*[1]) zwischen 1,018 und 1,045, ist aber bei der Frauenmilch nach *Simon* durchschnittlich 1,032.

Jedem ist bekannt, dass die Milch, wenn sie einige Zeit in Ruhe stehen gelassen wird, auf ihrer Oberfläche eine dicke, fettreiche gelblich-weisse Schicht, den sg. Rahm, abscheidet, während die darunter befindliche Flüssigkeit ärmer an Fett und deshalb natürlich specifisch schwerer, als die frische Milch, und von bläulich weisser Farbe ist. Wenn man die Milch bei nicht allzu niedriger Temperatur stehen lässt, so fängt sie allmählig an, saure Reaction zu zeigen, bleibt aber noch einige Zeit dünnflüssig, zumal wenn sie öfter aufgekocht wird; geschieht das letztere nicht, und ist die Temperatur etwas über der normalen und in der Atmosphäre grössere electrische Spannung, so vermehrt sich die Säure bis zu dem Grade, dass das Casein der Milch präcipitirt wird, d. h. die Milch gerinnt, wird dick, verwandelt sich in einen mässig dicken Brei. Künstlich gerinnt die Milch durch Kälberlab bei saurer so gut wie bei alkalischer Reaction (vergl. Th. 1. S. 384). Bei scharfem Eindampfen bildet die Milch eine dichte weisse Haut auf ihrer Oberfläche.

Ueber die Gewinnungsweise der Thiermilch etwas zu sagen, würde überflüssig sein; dagegen hält es oft sehr schwer, sich von stillenden Frauen Milch in einiger Menge zu verschaffen; auch rücksichtlich dieser schweigen wir von den gewöhnlichen jedem Arzte bekannten Manipulationen und Mitteln, Frauenmilch aus den Brüsten in einer für die physikalische Untersuchung hinreichenden Menge zu er-

1) *Scherer*, Handwörterb. der Physiol. Bd. 2. S. 449—475.

halten. Die besondern Apparate, deren man sich zu diesem Zwecke bedient hat, beruhen fast alle auf dem Principe der Luftverdünnung oder des Saugens, keiner derselben scheint aber seinem Zwecke so vollkommen zu entsprechen, als der neuerdings von *M. Lamperierre*[1]) angegebene.

Dieser Apparat besteht aus einem künstlich aus Caoutchouk nachgeahmten Munde mit Lippen, Zahnfleisch und elastischen Mundwänden; letztre sind mit dem kurz abgeschnittenen Halse einer kleinen tubulirten Retorte verbunden, in deren Tubulus eine Glasröhre eingefügt ist, an welcher nöthigenfalls von der Stillenden selbst oder mittelst einer kleinen Luftpumpe das Saugen vollführt werden kann.

Bei der mikroskopischen Untersuchung stellt sich die frische Milch als eine klare Flüssigkeit dar, in welcher gleich wie in einer Emulsion Fettkügelchen, die sogenannten Milchkügelchen, suspendirt sind.

Die *Grösse der Milchkügelchen* ist sehr verschieden; die meisten messen im Durchmesser 0,0012 bis 0,0018‴; selten findet man einzelne in ganz frischer Milch, deren Diameter 0,0038‴ erreicht, doch sollen nach *Henle* auch solche von 0,014‴, ja nach *Raspail* und *Donné* sogar von 0,044‴ vorkommen.

Durch das Mikroskop allein, d. h. ohne Mithülfe chemischer Mittel, ist an diesen Kügelchen durchaus keine *Hüllenmembran* zu erkennen; deren Existenz kann aber sehr leicht hauptsächlich auf zweierlei Weise ausser allen Zweifel gesetzt werden. Die eine Methode ist von *Henle*[2]) angegeben worden und besteht in der Anwendung verdünnter Essigsäure und gleichzeitiger Beobachtung der angesäuerten Milch unter dem Mikroskop. Die Milchkügelchen erleiden dann solche Formveränderungen, welche sie, wären sie blosse Fettbläschen, durchaus nicht zeigen könnten; sie werden nämlich vielfach verzerrt, einige wie geschwänzt, andre biscuitförmig; an den meisten tritt aber ein kleines Tröpfchen hervor, welches fast wie ein Kern des grössern erscheint; dieses wird bald durch ein andres kleines Fettbläschen, welches aus dem Milchkügelchen austritt, verdrängt, und legt sich entweder an das grössere Kügelchen an, oder wird nur vorgeschoben, dass das so veränderte Milchkügelchen einem im Wachsthum begriffenen Gährungspilze entfernt ähnlich ist. Bei Anwendung minder verdünnter Essigsäure fliessen die Milchkügelchen zusammen. Besser noch kann man sich

1) *M. Lamperierre*, Compt. rend. T. 30. p. 219.

2) *Henle*, Allg. Anat. S. 942.

nach *E. Mitscherlich's*[1]) Verfahren, welches wir im 1. Th. S. 394 ausführlich beschrieben haben, von der Gegenwart einer Haut um die Milchbläschen überzeugen.

Zuweilen kommen in der Milch noch morphologische Elemente vor, die man wegen ihrer steten Gegenwart im Colostrum (der ersten Milch nach dem Gebären) *Colostrumkörperchen* oder *Corps granuleux* genannt hat. Diese bilden unregelmässige Conglomerate sehr kleiner Fettbläschen, welche durch eine amorphe, etwas granulöse Substanz zusammengehalten werden; sie sind nach *Henle* von 0,0063 bis 0,0232''' Durchmesser, die meisten durchschnittlich 0,0111'''. Durch Aether werden die Fettkörnchen derselben weit leichter als die der Milchkügelchen aufgelöst, durch Essigsäure und Kali wird die granulöse Zwischensubstanz aufgelöst und die Fettbläschen zerstreut; durch Jodwasser werden die Colostrumkörperchen intensiv gelb gefärbt. Es kann also kein Zweifel sein, dass diese Molecüle nichts weiter sind, als sehr kleine, in eine albuminöse Substanz eingebettete Fettbläschen; ein Kern und eine Hüllenmembran sind nicht nachzuweisen.

Gewöhnlich pflegen diese Molecüle am dritten und vierten Tage nach der Geburt zu verschwinden, indessen hat man sie bei ganz gesunden Stillenden noch am 20. Tage gefunden. In der Regel treten aber diese Körperchen alsbald wieder auf, sobald dem Wochenbette sich irgend eine Krankheit zugesellt oder eine Stillende von irgend einer acuten Affection befallen wird.

So oft ich die Milch von Wöchnerinnen oder Ammen untersuchte, die von einer acuten Krankheit: Entzündungen, acuten Exanthemen, Typhus u. dergl. befallen wurden, fand ich Colostrumkörperchen, neben diesen aber auch wahre Körnchenzellen mit mikroskopisch und chemisch nachweisbarer Hüllenmembran und oft auch darstellbarem Kern; indessen waren auch in solchen „Entzündungskugeln" die Körnchen ziemlich gross, durchsichtig und fettreich, ähnlich denen, welche so gewöhnlich in den grauschwärzlichen Sputis inveterirten Katarrhs (bei Emphysem alter Leute) beobachtet werden.

Epithelialzellen und Schleimkörperchen sind nur zufällige Beimengungen der Milch und werden daher öfter bei localen krankhaften Affectionen gefunden, als im normalen Zustande.

Faserstoffgerinnsel kommen nur bei Blutgehalt der Milch vor.

Blutkörperchen sind selten in der Milch gefunden worden, mengen sich derselben auch gewöhnlich nur bei Erosionen der Warzen u. dergl. bei.

1) *Mitscherlich*, Göschen's Jahresber. Bd. 2. S. 19.

Zuweilen finden sich in der Milch der Kühe Infusorien oder niedere Pflanzen, besonders ist dies in der sg. *blauen Milch* der Fall. *J. Fuchs*[1]) leitet die Färbung der Milch von einem Infusorium ab, welches er Vibrio cyanogeneus nennt, *Bailleul*[2]) dagegen von einem Byssus.

Meine Erfahrungen über diesen Gegenstand beziehen sich blos auf die gewöhnliche Art von Blauwerden der Milch; diese wird frisch ganz farblos, weiss gemolken, und nimmt ihren eigenthümlichen Charakter erst während des Rahmens an; es bilden sich nämlich auf dem Rahme anfangs kaum eine halbe Linie tief blassblaue Flecken, die inselartig von einander abgegrenzt sind; dazwischen bleibt weisser Rahm; diese Flecken werden dunkler und vergrössern sich allmälig nach unten und nach den Seiten, so dass sie zusammenfliessen; die vom Rahm getrennten Molken sind farblos; in dem blauen Rahme sind stäbchenförmige, ungefärbte Vibrionen zu erkennen, wie sie *Fuchs* beschrieben hat; nur ein einziges Mal fand ich eine deutliche Byssusbildung.

Was die chemischen Bestandtheile der Milch betrifft, so sind die wichtigsten derselben uns bereits aus der Lehre von den organischen Substraten bekannt. Dies gilt hauptsächlich vom Caseïn und Milchzucker; nicht blos ihre chemischen Eigenschaften, sondern auch ihr Vorkommen in variabeln Mengen unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Bedingungen ist dort bereits ausführlich behandelt worden (vergl. Th. 1. S. 305 und 393). Dagegen verdient der dritte organische Bestandtheil der Milch noch unsre besondre Aufmerksamkeit, nämlich das Fett oder die Butter. Die Fette der Frauenmilch sind noch keiner genaueren qualitativen Analyse unterworfen worden; dagegen haben *Chevreul*[3]) und neuerdings *Bromeis*[4]) und *Lerch*[5]) die Butter der Kuhmilch sorgfältig untersucht. Das reine Milchfett ist fast farblos, höchstens schwach gelblich, geschmolzen erstarrt es bei + 26,5° und steigert durch den Uebergang in den festen Zustand seine Temperatur auf + 32°; bekanntlich wird es über + 18° weich und schmierig; ein Theil dieses Fettes löst sich in 28,9 Th. siedenden Alkohols von 0,822 spec. Gew. auf. An der Luft wird es leicht ranzig und bildet flüchtige Fettsäuren; daher es selbst in ziemlich frischem Zustande feuchtes Lackmus etwas röthet; es ist übrigens vollständig verseifbar und liefert neben Glycerin Margarin-

1) *J. Fuchs,* Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2. S. 470.
2) *Bailleul,* Compt. rend. T. 17. p. 1138.
3) *Chevreul,* Recherches sur les corps gras. Paris 1822.
4) *Bromeis,* Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 42. S. 46 ff.
5) *Udo Lerch,* ebendas. Bd. 49. S. 212 ff.

säure, Oelsäure, Caprinsäure, Caprylsäure, Capronsäure und Buttersäure oder anstatt der beiden letztgenannten Säuren Vaccinsäure (vergl. Th. 1. S. 60—75). *Bromeis* berechnet nach der Menge der erhaltenen Säuren die Zusammensetzung der Butter = 68% Margarin, 30% Elaïn und 2% specifisches Butterfett; diese Berechnung gibt jedoch nur einen ungefähren Maassstab für die Zusammensetzung des Milchfettes, da seine Bestandtheile unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen ziemlich variabel zu sein scheinen.

Der Gehalt der Milch an Fett ist sehr variabel. *Simon*[1]) fand in der *Frauenmilch* 2,53 bis 3,88% Butter; *Clemm*[2]) und *Scherer* am 4. Tage nach der Geburt 4,297%, am 9. Tage 3,532, am 12. Tage 3,345%, *Chevallier* und *Henry*[3]) 3,55%, *Haidlen*[4]) 3,4 und 1,3%. In der Kuhmilch fanden *Simon* 3,80 bis 5,10%, *Herberger* 3,89 und 3,75%, *Chevallier* und *Henry* 3,13%, *Boussingault*[5]) 3,90%, *Playfair*[6]) im Mittel von 9 Beobachtungen in der Milch einer und derselben Kuh = 4,90%, *Poggiale*[7]) im Mittel von 10 Analysen 4,38%; in der *Stutenmilch Clemm* 6,952%, in der *Eselsmilch Simon* 1,21, *Peligot* 1,29%, in der *Schaafmilch Chevallier* und *Henry* 4,20%, in der *Ziegenmilch Payen*[8]) 4,08, *Chevallier* und *Henry* 3,32 und *Clemm* 4,251%, *Schlossberger*[9]) in der eines Bocks 2,65%, in der *Hundemilch Simon* anfangs 16,2, später 13,3, *Dumas*[10]) 7,32 bis 12,40%, *Bensch*[11]) 10,75 und 10,95%.

Im *Colostrum* der Frauen wurden an Butterfett gefunden von *Simon* 5,00%, in dem der Kuh von demselben sowie auch von *Boussingault* übereinstimmend 2,6%, von *Chevallier* und *Henry* in dem der Eselin 5,0%, in dem der Ziege 5,2%.

L'Heritier fand bei einer vergleichenden Untersuchung zweier stillenden Frauen von 22 Jahren, dass die Milch der Brünetten reicher

1) *Simon*, die Frauenmilch u. s. w. Berlin 1838.
2) *Clemm*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2. S. 464.
3) *A. Chevallier* und *O. Henry*, Journ. de Pharm. T. 25. p. 333 u. 401.
4) *Haidlen*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 45. S. 273.
5) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 8. p. 98.
6) *Playfair*, Lond. Edinb. nnd Dublin philosoph Mag. 1830. Octbr. p. 281.
7) *Poggiale*, Compt. rend. T. 18. p. 505—507.
8) *Payen*, Ann. de Chim. et de Phys. 1839. p. 144.
9) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51. S. 431.
10) *Dumas*, Compt. rend. T. 21. p. 708 - 717.
11) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61. S. 221—227.

an Fett sei (= 6,48 und 5,63% enthaltend) als die der blonden (= 3,55 und 4,05). Weitere Untersuchungen müssen erst noch diese Erfahrung bestätigen, die um so auffälliger ist, als auch die übrigen organischen Bestandtheile sich in der Milch der Brünetten erheblich vermehrt fanden.

L'Heritier[1]) fand an Caseïn in der Milch der Brünetten 1,62 und 1,70% Casein und 7,12 bis 7,00% Milchzucker, dagegen in der der Blonden 1,00 und 9,5% Caseïn und 5,85 bis 6,40% Milchzucker.

Eine auffallende, aber durch *Peligot* und neuerdings durch *Reiset*[2]) constatirte Erfahrung ist, dass die beim Melken oder künstlichen Saugen zuletzt auslaufende Milch bei übrigens gleicher Zusammensetzung immer viel fettreicher gefunden wird, als die zuerst auslaufende. Man glaubte aus der anfangs nur am Esel und der Kuh gemachten Erfahrung schliessen zu dürfen, dass in den Milchdrüsen schon die Milch sich gewissermassen abrahme, indem im untern Theile der Euter sich die wässrigere, fettärmere Milch ansammle: allein da *Reiset* dieselbe Erfahrung auch an der Frauenmilch, die in fractionirten Mengen aus der Brust einer Frau gezogen wurde, gemacht hat, so muss der Grund wohl in etwas anderem als in dem gemuthmassten einfachen mechanischen Verhältnisse zu suchen sein.

Peligot fand in dem ersten Drittel der Milch einer Eselin 6,45, in dem zweiten 6,48 und in dem zuletzt ausfliessenden 6,50% Butter. *Reiset* fand in der Milch zweier Kühe ganz dasselbe Verhältniss, jedoch nur, wenn zwischen den zwei Zeitpunkten, wo gemolken worden war, wenigstens 4 Stunden verflossen waren; wurde von 2 zu 2 Stunden gemolken, so zeigte sich kein Unterschied in den verschiedenen Portionen einer Melkung. Wenn die Gesammtmilch einer Kuh 4,5% Fett enthielt, so gab der letzte Theil der durch fractionirtes Melken erhaltenen Milch 7,63, 7,53 und 8,4% Butter. Die Milch einer 27jährigen Amme gab (7 Monate nach der Niederkunft) nach dem Saugen des Kindes mehr Fett (durchschnittlich = 5,54%) als vor dem Säugen desselben (durchschnittlich = 3,24%).

Nach *Simon's* Untersuchungen bleibt sich die Menge des Fettgehalts der Frauenmilch während der ganzen *Dauer des Säugens* ziemlich gleich.

Die Menge des Fettes der Milch ist zum Theil wenigstens von der *Natur der verzehrten Nahrungsmittel* abhängig. *Boussingault*[3]) fand, dass Fütterung der Kühe mit Mohrrüben ohne Blätter eine 1,25% Fett enthaltende Milch lieferte, Fütterung mit Hafer und Luzerne aber

1) *L'Héritier*, Traité de Chimie pathologique. Paris 1842. p. 638.
2) *Reiset*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 25. p. 82—85.
3) *Boussingault* und *Le Bel*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 11. p. 433.

nur solche, welche 1,4% Butter gab. *Playfair* glaubte nach Kartoffelfütterung eine Vermehrung des Buttergehalts der Kuhmilch wahrzunehmen. Spätere Versuche von *Boussingault*[1]) angestellt an zwei Kühen ergaben folgendes: nach Fütterung mit Runkelrüben enthielt die Milch der einen Kuh 4,56%, die der andern 3,42% Fett, nach Fütterung mit Grummt 3,92 und 4,39%, nach Fütterung mit Kartoffeln 3,97 und 4,63%. *Payen* und *Gasparin*[2]) fanden in der Milch einer Kuh nach gewöhnlicher Fütterung 3,53, in der nach Fütterung mit Sesamkleie 4,87% Butter. Die Milch von Hündinnen fand *Dumas* durchschnittlich etwas reicher an Fett, wenn sie mit vegetabilischer Nahrung, als wenn sie mit Fleisch gefüttert worden waren.

Dass in Krankheiten die Milch ärmer an Fett wird, wäre schon aus der oberflächlichen, mechanischen Untersuchung derselben zu ersehen, wenn nicht auch einige genauere Analysen von *Donné*, *Herberger* und *Simon* dies erwiesen hätten.

In der Milch einer Kuh, welche beim Rahmen blau wurde, fand ich 3,39% Fett; 3 Wochen nach dem Verschwinden dieser Erscheinung gab dieselbe Kuh bei gleicher Fütterung eine Milch von 4,934% Fettgehalt.

Ueber die Extractivstoffe der Milch und ihre in verschiedener Milch enthaltenen Mengen sind genauere Untersuchungen nicht angestellt worden.

Was die Salze der Milch betrifft, so bestehen die löslichen aus Chlornatrium und Chlorkalium, phosphorsauren Alkalien und ausser diesen aus dem Kali und Natron, welche an Caseïn in der Milch gebunden sind. Die unlöslichen Salze sind phosphorsaure Kalk- und Talkerde, welche hauptsächlich dem Caseïn angehören (vergl. Th. 1. S. 388). Schwefelsaure Salze und Ammoniaksalze sind in frischer Milch nicht enthalten (vergl. Th. 1. S. 453). *Haidlen*[3]) hat in der Asche der Kuhmilch auch etwas Eisenoxyd gefunden.

Die Frauenmilch enthält nach den Untersuchungen der meisten Beobachter 0,16 bis 0,25% Salze, die Kuhmilch 0,55 bis 0,85%, die Hundemilch 1,2 bis 1,5%.

Die Zahl der *löslichen Salze* ist in der Milch in der Regel geringer als die der unlöslichen Phosphate. In der Frauenmilch finden sich 0,04 bis 0,09% löslicher Salze, in der Kuhmilch neben 0,21% löslichen 0,28% unlösliche Salze, in der Hundemilch nach *Dumas* bei ge-

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 12. p. 153.
2) *Payen* und *Gasparin*, Compt. rend. T. 18. p. 797.
3) *Haidlen*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 54. S. 273.

mischter Kost 0,71 lösliche und 0,77% unlösliche, bei Fleischkost 0,45% lösliche und 0,57% unlösliche. *Bensch* fand in der Milch einer ausschliesslich mit Fleisch genährten Hündin 1,252% Asche und darunter 1,165 Th. phosphorsaurer Kalk- und Talkerde.

Die Asche der Kuhmilch enthält nach *Weber's* Analyse (nach *Rose's* Methode ausgeführt) 14,18% Chlorkalium, 4,74% Chlornatrium, 23,46% Kali und 6,96% Natron (an Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kohlensäure gebunden), die Asche des Rindsblutes dagegen nach Abzug des Eisenoxyds 38,82% Chlornatrium, kein Chlorkalium, 29,09% Natron und nur 11,44% Kali. Es sind also, abgesehen von der absolut geringern Menge der Salze in der Milch, auch relativ weniger Natronverbindungen und Alkalichloride, dagegen bei weitem mehr Kaliumverbindungen enthalten. In der Asche der Milch finden sich ferner nach *Weber's* Analyse 28,4% Phosphorsäure, während in der des Blutes (nach derselben Analyse) nach Abrechnung des Eisens nur 7,74% dieser Säure enthalten sind; endlich findet sich in der Milchasche 17,34% Kalk- und 2,20% Talkerde, in der Blutasche dagegen (Eisenoxyd wiederum abgerechnet) = 1,90% Kalk- und 0,75% Talkerde; demnach übertrifft die Milch das Blut bedeutend durch ihren Gehalt an Phosphorsäure und an Erden. Die Phosphorsäure ist in der Milchasche fast nur als dreibasische enthalten. Wir werden später diese Vergleichszahlen als wichtigste Anhaltspunkte für die Theorie der Secretionen und des Stoffwechsels im Allgemeinen kennen lernen.

In der Milch, wenigstens der der Kühe, ist auch eine nicht allzu geringe Menge *kohlensauren Alkalis* enthalten; wenigstens ist es Thatsache, dass, wenn man zwei Proben ganz frischer Milch, die eine unvermischt, die andre mit etwas Essigsäure versetzt, unter den Recipienten der Luftpumpe bringt und evacuirt, die letzre weit mehr Gase und zwar Kohlensäure entwickelt, als die erstere Probe.

Milchsäure ist, wie bereits Th. 1. S. 102, gezeigt worden, in frischer Milch nicht enthalten; nur abnormer Weise scheint sie sich schon im Euter pflanzenfressender Thiere erzeugen zu können; die frisch entleerte Milch der Herbivoren reagirt immer schwach alkalisch; nur bei magerem, schlechtem Futter wird sie sauer gefunden; es bleibt aber noch zu ermitteln übrig, ob in solchen Fällen die saure Reaction immer von Milchsäure oder vielleicht auch von *sauren phosphorsauren Salzen* oder wohl gar von *Buttersäure* herrühre. Die Milch der Hunde wird nach *Bensch* bei vegetabilischer Kost neutral, während sie bei ausschliesslicher Fütterung mit Fleisch stets sauer ist; die saure Reaction rührt hier höchst wahrscheinlicher Weise von sauren phosphorsauren Salzen und insbesondre von saurem phosphorsaurem Kalk her.

Freie Gase und zwar hauptsächlich Kohlensäure sind nach der S. 323 beschriebenen Methode in frischer Milch stets nachzuweisen.

Abnorme Bestandtheile sind im Allgemeinen nur selten in der Milch nachgewiesen worden, obwohl die täglichen Erfahrungen über den nachtheiligen Einfluss mancher Frauenmilch auf die Säuglinge und mancher Kuhmilch auf das Leben der Kälber deutlich genug auf chemische Umwandlungen und abnorme Stoffe der Milch hinweisen. Unter den ungewöhnlichen Bestandtheilen der Milch ist Eiweiss noch der häufigste. Dasselbe kommt in der Milch bei entzündlicher Affection der Brustdrüsen, bei Blut- und Eitergehalt derselben vor und normal vielleicht in dem Inhalte der Milchcanäle ausser der Zeit des Säugens; wenigstens hat *Simon* in der von den Eutern einer Eselin 14 Tage vor dem Werfen ausgesonderten Flüssigkeit 19,834% in der Hitze gerinnbare Materie gefunden. Das Colostrum der Kühe gerinnt beim Kochen aber nicht durch Lab. Man darf aber, wenn eine Milch beim Erhitzen gerinnt, keineswegs sogleich auf einen Gehalt derselben an Albumin schliessen; hat doch *Scherer* aus normaler Milch einen in der Hitze coagulirbaren Käsestoff dargestellt und *Dumas* sowie *Bensch* gefunden, dass die Milch der Hunde nach vegetabilischer wie nach animalischer Nahrung beim Erhitzen breiartig wird, ja fast vollkommen gerinnt, beim Erkalten aber oft wieder dünnflüssig wird.

Marchand[1]) fand in der Milch einer kranken Kuh aufgelöstes Hämatin, ohne nur ein Blutkörperchen mikroskopisch nachweisen zu können.

Faserstoff kommt in der Milch nur vor, wenn diese bluthaltig ist; so weit unsre jetzigen Erfahrungen reichen hat man ihn ohne gleichzeitige Anwesenheit von Blutkörperchen oder wenigstens von Hämatin noch nicht gefunden.

Harnstoff hat *Rees*[2]) in der Milch bei *Bright*'scher Krankheit gefunden.

Ueber den Uebergang fremdartiger Substanzen: Farbstoffe, Arzneimittel und Gifte in die Milch ist früher viel gesprochen worden: allein sichere Erfahrungen besitzen wir blos rücksichtlich des Jodkaliums, welches von *Peligot* sowie von *Herberger* in der Milch der Frauen wieder gefunden worden ist.

Wie beim Blute dürfte es auch hier nicht unpassend oder überflüssig sein, nach Erörterung der normalen und abnormen Bestandtheile der Milch die Verschiedenheit dieser Flüssigkeit nach physiologischen Kategorien noch einmal kurz vor Augen zu führen.

1) *Marchand*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 47. S. 130—134.

2) *Rees*, Heller's Arch. Bd. 2. S. 56.

Das Colostrum bildet gewöhnlich eine trübe, seifenwasserähnliche, gelbliche Flüssigkeit von schleimiger Consistenz, stark alkalischer Reaction, geht jedoch leichter als normale Milch in Milchsäuregährung über; sie enthält constant bei Frauen und bei Thieren nach *Simon's* sowie nach *Chevallier's* und *Henry's* Untersuchungen mehr feste Bestandtheile; nach der letztern Untersuchungen erstreckt sich diese Vermehrung hauptsächlich auf das Caseïn (bei Kühen, Eseln uud Ziegen) nach *Simon* aber (bei Frauen) auf den Milchzucker; nach ersterem ist dagegen im Colostrum weit weniger Milchzucker und nach *Simon* weniger Caseïn enthalten. Obgleich bei der mikroskopischen Untersuchung sowie nach dem äussern Ansehen das Colostrum weniger Fett zu enthalten scheint, so erweist doch das Resultat der meisten Analysen das Gegentheil; das Colostrum ist reicher an Fett als die Milch der entsprechenden Thierspecies. Vielleicht ist der Fettgehalt der Körnchenhaufen (Corps granuleux) die Ursache dieser auffallenden Erfahrung. Uebrigens enthält das Colostrum 2 bis 3mal mehr Salze als die Milch.

Das Colostrum der Frauen gibt nach *Simon* 17,2% festen Rückstands, die Milch derselben durchschnittlich 10,9%; das der Kuh 16,0%, die Milch derselben 14 bis 15%; das Colostrum der Eselin nach *Chevallier* und *Henry* 17,16%, die Milch derselben nur 8,35%; das der Ziege (nach denselben Analytikern) 35,9%, die Milch derselben = 13,2%.

Die Frauenmilch ist gewöhnlich mehr bläulichweiss, als z. B. die Kuhmilch und schmeckt süsser als dieselbe, sie reagirt stark alkalisch und säuert weniger leicht, als andre Milch; ihr specifisches Gewicht schwankt zwischen 1,030 und 1,034; sie enthält 11 bis 13% fester Bestandtheile und darunter durchschnittlich 3,5% Caseïn und 4 bis 6% Milchzucker. Das Caseïn der Frauenmilch wird nach *Simon's* und *Clemm's* übereinstimmenden Erfahrungen durch Säuren sowie durch Lab weniger vollständig gefällt; auch ist das Coagulum meist mehr gallertartig und nicht so dicht und fest, wie das der Kuhmilch, daher für den kindlichen Magen verdaulicher. Die Butter der Frauenmilch soll reicher an Elaïn sein, als die der Kuhmilch.

Die Kuhmilch ist meist rein oder etwas gelblich weiss; ihr specifisches Gewicht schwankt nach *Simon* zwischen 1,030 und 1,035, nach *Scherer* zwischen 1,026 und 1,032, sie enthält durchschnittlich 14% fester Bestandtheile (schwankend zwischen 12,9 und 16,5%, sie enthält mehr Caseïn als die Frauenmilch (vergl. Th. 1. S. 393), auch etwas mehr Butter, aber weniger Milchzucker, und weit mehr Salze, die sich jedoch hauptsächlich auf die unlöslichen dem Caseïn angehörigen beziehen und daher in einer der des Caseïns entsprechenden Menge vermehrt sind.

Die Stutenmilch ist weiss, ziemlich dicht, von 1,034 bis 1,045 spec. Gewichte (nach *Clemm* 1,0203 sp. Gew.); fester Rückstand 16,2; sie enthält sehr wenig Caseïn (1,7%), dagegen sehr viel Fett (6,95%) und viel Milchzucker (8,75%).

Die Eselsmilch ist weiss, süsser als Kuhmilch, ihr specifisches Gewicht schwankt zwischen 1,023 und 1,035, enthält 9,16 bis 9,53% fester Bestandtheile, darunter 1,6 bis 1,9% Caseïn, 12,1 bis 12,9% Butter und 6,8 bis 6,29% Milchzucker; sie ist also weit ärmer an Caseïn und Butter, als die Kuhmilch,

dagegen weit reicher an Milchzucker. Diese Milch soll übrigens leicht sauer werden und auch leicht in weinige Gährung übergehen.

Die Ziegenmilch ist weiss, von fad süsslichem Geschmacke und eigenthümlichem Geruche, ihr specifisches Gewicht schwankt um 1,036, enthält 13,2 bis 14,5% fester Bestandtheile, darunter 4,02 bis 6,03% Caseïn, 33,2 bis 42,5% Butter und 4,0 bis 5,3% Milchzucker; sie ist also ärmer an Caseïn, als die Kuhmilch, enthält ziemlich dieselben Mengen oder wenig mehr Fett, aber weit mehr Milchzucker. Bei der Gerinnung bildet ihr Caseïn einen ziemlich dichten Klumpen.

Die Schaafmilch soll dicklich, weiss, von angenehmen Geruche und Geschmacke sein; ihr specifisches Gewicht schwankt zwischen 1,035 und 1,041; an festen Bestandtheilen enthält sie 14,38%, darunter 4,02% Caseïn, 4,20% Butter, 5,0% Milchzucker und 0,68% Salze; sie scheint dieser einzigen von *Chevallier* und *Henry* ausgeführten Analyse nach weniger Caseïn und Butter, aber etwas mehr Milchzucker als die Kuhmilch zu enthalten.

Die einzige Milch eines Fleischfressers, die bis jetzt untersucht wurde, ist die Hundemilch; nach den Untersuchungen von *Simon*, *Clemm*, *Dumas* und *Bensch* ist diese Milch ziemlich dicklich, wird es beim Erwärmen noch in höherm Grade, wenn sie nicht vollständig gerinnt; ist nach vegetabilischer Nahrung neutral oder schwach alkalisch, bei animalischer dagegen von saurer Reaction, von 1,033 bis 1,036 spec. Gewichte, enthält nach Fleischkost 27,46 bis 22,48% fester Bestandtheile, darunter 8 bis 11% Caseïn, 6,84 bis 10,95% Butter und nur sehr geringe Mengen Milchzucker. Bei gemischter Kost enthält die Hundemilch mehr Butter und mehr Milchzucker. Eigenthümlich ist, dass beim Verdampfen der Milch sich der Milchzucker in Krümelzucker verwandelt und dass der feste Rückstand aus der Luft viel Sauerstoff anzieht (*Bensch*). Die Asche enthält zuweilen über 93% unlöslicher Salze.

Der Einfluss der Nahrungsmittel auf die Zusammensetzung der Milch ist unläugbar, jedoch noch keineswegs für die einzelnen Bestandtheile der Milch exact nachgewiesen. Vegetabilische Kost macht nach den an Hunden angestellten Versuchen die Milch reicher an Butter und Zucker; nach reichlicher gemischter Nahrung wird die Milch reicher an festen Bestandtheilen; *Peligot* fand nach Runkelrübenfütterung die Milch einer Eselin am reichsten an Caseïn, nach Fütterung mit Hafer und Luzerne am reichsten an Butter. Fettreiche Nahrung bedingt Vermehrung des Buttergehalts. Nach Fütterung mit blossen Kartoffeln fand *Boussingault* die Milch der Kühe reicher an Caseïn, als bei irgend einem andern Futter. *Reiset* fand die Milch von Kühen, welche auf der Weide waren, merklich reicher an Fett, als wenn sie des Nachts ohne Futter im Stalle gestanden hatten; *Playfair* fand dagegen gerade, dass während der Nacht sich der Buttergehalt der Milch vermehre ebensowohl als bei der Stallfütterung, dass aber durch die Bewegung der Kühe auf der Weide der Buttergehalt der Milch erheblich vermindert werde, eine Erfahrung, mit welcher die Landwirthe mehr als mit der *Reiset's* übereinstimmen. Heu in trocknen Sommern gesammelt gibt eine an Butter reichere Milch als Heu von nassen Sommern.

Aus *Simon's* mit der Milch einer stillenden Frau angestellten Untersuchungen geht hervor, dass die Milch während der Dauer des Säugens allmälig Verände-

rungen erleidet. Während der Buttergehalt sich ziemlich gleich bleibt, nimmt im Verlaufe des Stillens entsprechend der Entwicklung des Säuglings der Caseïngehalt zu, während der Milchzucker sich allmälig vermindert; mit dem Caseïn vermehren sich gleichzeitig auch die unlöslichen Salze.

Die Veränderungen, welche die Milch durch Arzneistoffe, durch Gemüthsaffecte und durch Krankheiten erleidet, sind so wenig untersucht, dass wir hierüber so gut wie nichts wissen. *Herberger* fand die Milch von mit Klauenseuche behafteten Kühen reicher an Kali und von colostrumähnlichem Aussehen; fast bei allen krankhaften Affectionen wird die Milch wässriger und hauptsächlich ärmer an Butter; bei fieberhaften Krankheiten sehr oft sauer.

Rücksichtlich der Analyse der Milch hat fast jeder Experimentator seinen eignen Weg eingeschlagen; doch können die meisten der vor *Haidlen* eingeschlagenen Methoden auf grosse Genauigkeit keinen Anspruch machen; es würde an diesem Orte unpassend sein, dieselben einer ausführlichen Kritik zu unterwerfen; wir erinnern nur an die Uebelstände, welche die genaue quantitative Analyse der Milch mehr erschweren, als die vieler andern thierischen Flüssigkeiten. Diese Uebelstände beziehen sich hier aber fast auf alle einzelnen Bestandtheile der Milch; sie bestehen hauptsächlich in folgenden: beim Verdunsten bildet sich auf der Milch die bekannte Käsestoffhaut, welche bei raschem Eindampfen oft von Wasserdampfblasen durchbrochen wird und dadurch einen Verlust durch Spritzen herbeiführt. Hat man die Milch eingedampft, so ist das vollkommene Austrocknen ausserordentlich schwierig, ja wenn man nicht sehr wenig Milch zur Bestimmung des festen Rückstands angewendet hat, fast unmöglich; das trockne Caseïn, von Fett durchdrungen, bildet eine wasserdichte, selbst für Dämpfe impermeable Kruste. Das Caseïn, aus der Lösung mittelst Essigsäure präcipitirt, fällt nicht vollständig nieder (vergl. Th. 1. S. 392); aus dem festen Rückstande dagegen wird ein Theil ebensowohl von Alkohol als von Wasser extrahirt; bei Anwendung von Essigsäure geht übrigens die Säure Verbindungen mit Alkalien ein und vermehrt auf eine nicht zu controlirende oder abzuschätzende Weise die Menge des Alkoholextracts. Aus dem einfachen Milchrückstande ist das Fett nicht vollständig zu extrahiren, wovon man sich durch sorgfältige Untersuchung eines solchen, wenn auch noch so lange, mit Aether extrahirten Rückstands bald überzeugen kann. Beim Verdunsten saurer Milch wird der Milchzucker zum Theil in Krümelzucker oder nicht krystallisirbaren, syrupösen Zucker verwandelt; in der Wärme werden überhaupt in der Milch sg. Extractivstoffe gebildet. Das Einäschern des Milchrückstands ist schwieriger als der festen Bestand-

theile vieler anderen Flüssigkeiten. Die Hüllenmembran der Milchkügelchen sowie diese selbst können bis jetzt nicht einmal annähernd bestimmt werden.

Um das Caseïn möglichst genau zu bestimmen, rathen *Dumas* und *Scherer* die im Wasserbade oder im Vacuo neben Schwefelsäure fast zur Trockne verdunstete Milch mit etwas Essigsäure zu versetzen, vollkommen zu trocknen und dann mit Aether, Alkohol und Wasser zu extrahiren. Mir scheint aber die von *Haidlen* (vergl. Th. 1. S. 392) empfohlene Methode in mehrfacher Hinsicht vorzuziehen zu sein; die Behandlung der Milch mit bestimmten Quantitäten schwefelsauren Kalks hat, abgesehen davon, dass das Caseïn in allen Menstruis unlöslich wird, noch grosse Vortheile für das Abdampfen, das Eintrocknen und die Fettbestimmung. Die mit Chlorcalcium, Lösung von schwefelsaurem Kalk oder nach *Haidlen* mit trocknem Gyps versetzte Milch ist ohne Verlust durch Blasenwerfen leicht einzudampfen, der Rückstand aber sehr vollständig auszutrocknen und dann leicht pulverisirbar; Aether zieht das Fett leicht und vollständig aus, Alkohol aber weder beim Kochen noch in der Kälte etwas Caseïn. Zur Bestimmung des festen Rückstands, der Salze und des Wasserextracts muss aber allerdings ein andrer Weg eingeschlagen werden. Man verdunstet am besten in einem flachen Platinschälchen 1 bis 3 grm. Milch im Vacuo oder Wasserbade und trocknet dann im Luftbade bei + 120° oder im Vacuo unter Mithülfe eines kleinen bis 120° erhitzten Sandbades; den Aschengehalt findet man am besten, wenn ein Theil wohlgetrockneter Rückstand in einem Platinschiffchen unter Mitwirkung von Sauerstoff verbrannt wird. Das Wasserextract kann nur nach *Scherer's* Methode einigermassen genau bestimmt werden.

Rücksichtlich der quantitativen Bestimmung des Milchzuckers verweisen wir auf das Th. 1. S. 305 Gesagte; jedoch ist hierbei nur noch daran zu erinnern, dass stark saure Milch vor dem Abdampfen neutralisirt werden muss, wenn man den Milchzucker krystallisirt erhalten will.

Dumas[1]) bemerkt, dass die Milchkügelchen auf dem Filter bleiben, wenn die Milch mit einer concentrirten Lösung von Seesalz versetzt worden ist; ein Versuch, der mir auch bei Benutzung ganz frisch gemolkener Milch nur unvollkommen gelungen ist.

1) *Dumas*, Arch. génér. de médéc. Vol suppl. 1846. p. 180.

Wegen der vielen Verfälschungen, welchen die Kuhmilch im gewöhnlichen Leben grosser Städte unterworfen zu werden pflegt, hat man sich bemüht, Instrumente und Methoden ausfindig zu machen, die in Kürze die Güte der Milch ermitteln: *Galaktoskope* und *Galaktometer*. Alle diese Mittel gehen darauf hinaus, den Fettgehalt der Milch ungefähr zu bestimmen, da man die Güte derselben für das gewöhnliche Leben nach ihrem Fettgehalte zu beurtheilen pflegt. Am bekanntesten sind unter diesen Instrumenten das Galaktoskop von *Donné*[1]); dasselbe besteht aus zwei Röhren, die durch eine feine Schraubenwindung in einander zu schieben sind; jede von diesen Röhren ist am entgegengesetzten Ende durch ein Planglas verschlossen; die Messung geschieht, indem man die Dichte der Milchschicht bestimmt, durch welche noch ein Kerzenlicht erkannt werden kann. Dabei hält man die Undurchsichtigkeit der Milch entsprechend ihrem Fettgehalte. Aräometische Bestimmungen, wie sie *Jones*, *Chevallier* und *Henry* sowie auch *Quevenne* zur Bestimmung der Dichte und darnach der Güte der Milch angegeben haben, verfehlen sehr oft ihren Zweck; auch die von *Simon* empfohlene Anwendung einer titrirten Gerbsäurelösung, welche Butter und Caseïn aus der Milch niederschlägt, kann in vielen Fällen zu Täuschungen Veranlassung geben. So entspricht auch das *Lampérierre*'sche Verfahren[2]), wobei die Dichtigkeit der frischen Milch mit der durch Papier filtrirten verglichen wird, nicht allen Anforderungen.

Was die Absonderungsgrösse der Milch betrifft, so fehlt es namentlich beim Menschen noch sehr an genauen Bestimmungen; dieselbe wird aber natürlich auch sehr verschieden sein müssen nach den Ernährungsverhältnissen des milchgebenden Organismus. Bei Frauen ist die körperliche Constitution, die Nahrung, äussere Verhältnisse, Temperament u. dergl. von dem sichtlichsten Einflusse auf die Mengen der abgesonderten Milch eben so gut als auf deren Zusammensetzung. Gleichzeitig ist die Quantität der abgesonderten Milch auch von deren Verbrauche abhängig; denn in der ersten Zeit der Lactationsperiode wird den Brüsten weniger Milch entzogen, als später, wo der Bedarf an Nahrungsmaterial für den Säugling weit bedeutender ist. *Lampérierre* bestimmte mittelst des oben S. 326 beschriebenen Apparats an einer grossen Anzahl von stillenden Frauen die in bestimmten Zeiten secernirten Mengen Milch und fand als Mittel für jede Brust innerhalb 2 Stunden 50 bis 60 grm. Dürfen wir annehmen, dass 24 St. lang die Secretion der Milch in gleicher Weise von Statten gehe, so würden (55 gr. als Mittel genommen) von einer Säugenden in 24 St. durch beide Brüste 1320 gr. Milch entleert werden können; hiernach würden auf 1000 gr. des weiblichen Organismus (das Gewicht des weiblichen Körpers = 60 Kilogramm angesetzt) wäh-

1) *Donné*, Compt. rend. T. 17. p. 585—592.

2) *Lampérierre*, a. o. a. O.

rend der Lactationsperiode in 24 St. = 22 grm. secernirter Milch kommen.

Bei Kühen, die gemolken werden, lässt sich die Menge der ausgesonderten Milch ungefähr berechnen; nach den Erfahrungen der Landwirthe, welche mit denen *Boussingault's* bei Gelegenheit seiner Ernährungsversuche ziemlich übereinstimmen, gibt eine Kuh durchschnittlich in 24 St. = $5\frac{1}{2}$ Litre oder etwa 6 Kilogramm Milch; da nun eine Kuh durchschnittlich 580 Kilogramm schwer ist, so würden 1000 gr. Kuh = 10,4 gr. Milch absondern.

Rücksichtlich der *Genesis* der Milch und ihrer Bestandtheile müssen wir ganz auf das verweisen, was später unter den thierischen Processen über die Secretion im Allgemeinen bemerkt ist. Hier sei nur so viel hervorgehoben, dass wir, der zuerst von *Chevreul* und andern Chemikern und uns selbst gehegten Meinung entgegen, die Bestandtheile der Milch präformirt im Blute nicht annehmen können. Wenn wir nur den chemischen Gesichtspunkt festhalten, so steht wenigstens so viel fest, dass die Gegenwart der Hauptbestandtheile der Milch im Blute bis jetzt noch nicht nachgewiesen worden ist; wir glauben bereits im 1. Th. S. 394 hinlänglich bewiesen zu haben, dass alle jene Reactionen und Erscheinungen, aus welchen man auf Anwesenheit des Caseïns im Blute schloss, entweder keinen sichern Beweis dafür geben oder geradezu auf Irrthümern beruhen. Aehnliches gilt vom Milchzucker; dieser ist mit Bestimmtheit auch nicht im Blute nachgewiesen worden; der Zucker des Blutes, wie wir ihn vorzugsweise im Lebervenenblute und *C. Schmidt* im Gesammtblute gefunden hatten, ist gährungsfähig; jener von *Scherer* im Muskelsafte entdeckte Zucker, der Inosit, ist zwar nicht gährungsfähig, aber seinen übrigen physischen und chemischen Eigenschaften nach durchaus verschieden vom Milchzucker; es kann also wohl als höchst wahrscheinlich angesehen werden, dass sich kein Milchzucker präformirt im Blute findet, wenn auch nicht in Abrede zu stellen ist, dass seine Zunahme oder Abnahme in der Milch sehr abhängig ist von der Natur der genossenen Nahrungsmittel. Sprechen diese Thatsachen für die Bildung der Milch in den Milchdrüsen, so beweist die Präexistenz einzelner Bestandtheile der Butter im Blute wenigstens nichts dagegen; denn nehmen wir auch an, dass die in der Milchdrüse verlaufenden Capillaren die Fette in einer andern Proportion durchseihen, als sie präformirt im Blute enthalten sind, wie das nach den bei der Transsudation beobachteten Erscheinungen wohl denkbar ist: so muss es doch auffallen, dass diese

Capillaren gerade für das im Blute so reichlich enthaltene und so leicht transsudirbare Cholesterin vollkommen impermeabel sind; denn in der Milch findet sich kein Cholesterin; dagegen ist es sehr fraglich, ob wahres Butyrin in normalem Blute enthalten ist. Auch die Salze gehen nicht in Folge einfacher Transsudation in die Milch über; denn man vergleiche die Zusammensetzung der Salze der Transsudate mit jener der Milchsalze, und man wird finden, dass in den letztern die Chlormetalle bei weitem nicht so überwiegend sind, als in der Transsudatasche, dass aber in jenen Kaliumverbindungen und Phosphate in weit grösserer Menge enthalten sind, als selbst in den Blutkörperchen; das Ueberwiegen der unlöslichen Phosphate in der Milchasche wurde oben besonders hervorgehoben. Vergleicht man aber z. B. die löslichen Salze der Milchasche mit denen der Intercellularflüssigkeit und denen der Blutkörperchen (z. B. bei Rindern), so stellt sich fast mit Nothwendigkeit heraus, dass die Blutkörperchen an der Bildung der Milch wenigstens in Bezug auf die Salze mit Antheil nehmen, und dass ihr Uebergang in die Milch nicht der Erfolg eines einfachen Transsudationsprocesses sein kann.

Da wir im dritten Theile der physiologischen Chemie bei Erörterung der Secretionsprocesse ausführlicher auf die histologischen und physiologischen Gründe eingehen müssen, welche für eine vorgängige Umarbeitung der vom Blute zugeführten Stoffe in den Drüsen zu Secreten sprechen: so verweisen wir auf jenes Capitel, wo nach Zusammenstellung aller der in der Säftelehre gewonnenen chemischen Erfahrungen die Beweise erörtert werden sollen für die Ansicht, dass die Hauptbestandtheile aller eigentlichen Secrete, gleich denen der Leber und der Milchdrüsen, erst in den drüsigen Organen selbst gebildet werden.

Wenn der physiologische Werth der Milch so offen vor Augen liegt, dass es lächerlich sein würde, denselben hier im Allgemeinen noch darlegen zu wollen: so hat doch andrerseits eine genauere Erforschung des Einflusses, welchen die einzelnen Bestandtheile dieses von der Natur selbst als Normalnahrungsmittel hingestellten Secrets auf die Ernährung des Säuglings ausüben, eine so hohe physiologische Bedeutung, dass in ihr eines der Hauptfundamente der physiologischen Chemie, der Angelpunkt des gesammten thierischen Stoffwechsels, zu suchen ist. Dies ist aber gerade der Grund, weshalb wir bei der Lehre von der Ernährung diese Verhältnisse ausführlicher in Betracht ziehen, hier aber darüber schweigen müssen.

Sperma.

Die von den Hoden ausgesonderte und gewöhnlich mit dem Secrete der Prostata gemischte Saamenflüssigkeit ist schleimig, klebrig, opalisirend, farblos, nur beim Eintrocknen gelblich werdend, von eigenthümlichem Geruche, bedeutend schwerer als Wasser, von alkalischer Reaction; frisch entleert ist sie gallertartig, wird aber nach einiger Zeit ziemlich dünnflüssig; mit Wasser gemischt bildet sie ein schleimiges Sediment; das Gemeng wird beim Kochen nicht wahrnehmbar trüber, in Alkohol gerinnt sie dagegen vollkommen.

Bei Thieren kann der Saame zur Brunstzeit in verhältnissmässig grossen Mengen gesammelt werden, wenn man ihn aus dem Vas deferens und den Saamenbläschen entlehnt; in letztern wird jedoch ein eigenthümlicher Saft secernirt, und man findet daher oft in denselben keinen eigentlichen Saamen.

Diese Flüssigkeit enthält die eigenthümlichsten Formelemente, die man im Thierkörper nur antrifft: die sg. *Saamenthierchen*, Saamenfäden oder *Spermatozoïden*. Diese Elemente, welche sich nach dem übereinstimmenden Zeugnisse der Physiologen in dem fruchtbaren Saamen aller Thiere vorfinden, haben bei den meisten derselben ziemlich ähnliche, wiewohl unterscheidbare Formen (einen runden, ovalen oder birnförmigen Knopf bildend, an welchem ein langer allmählig spitz zugehender Faden sitzt). Der Knopf dieser seltsamen Gebilde ist beim Menschen 0,0007—0,0013''' breit und 0,0019—0,0025''' lang, der Faden hat eine Länge von 0,0018 bis 0,0020'''. Das Eigenthümlichste dieser Gebilde ist die scheinbar spontane Bewegung, die veranlasste, dass man sie lange Zeit für Infusorien hielt; die Fortbewegung geschieht durch Beugen und schnelles Strecken des Fadens bald von der einen bald von der andern Seite her, so dass das Molecül sich im Zickzack nach der Richtung des Knopfes bewegt. Die Beweglichkeit behalten dieselben oft lange Zeit bei, sobald der Saame aufbewahrt wird, ohne dass Verdunstung möglich ist, oder wenn sie in laues Serum, Harn, Speichel, Schleim gebracht werden; wird der Saame mit der doppelten Menge Wasser vermischt, so verliert der Faden seine Beweglichkeit und rollt sich mehr oder weniger auf (*Henle*[1]), *R. Wagner*[2]). Die

1) *Henle*, Allg. Anatom. S. 949—958.
2) *R. Wagner*, Physiol. S. 8. 49 ff.

Beweglichkeit verlieren sie auch durch Zersetzung des Saamens, durch Weingeist, Opiumlösung und Strychnin; der Faden ist dann meist gestreckt. Durch Fäulniss werden die Spermatozoïden nur schwer zerstört; von concentrirten kohlensauren Alkalien werden sie aufgelöst, nicht aber durch verdünnte, durch welche sie dagegen (da diese die zwischen ihnen befindlichen Coagula oder den Schleim auflösen) oft deutlicher unter dem Mikroskop wahrnehmbar gemacht werden können. Vorsichtig geglüht hinterlassen sie nach *Valentin*[1]) eine Asche, welche noch die ganze Form dieser Gebilde zeigt.

Ausser den Spermatozoïden finden sich im Saamen noch andere morphologische Elemente; neben den nur sparsam vorkommenden Epithelien und Schleimkörperchen fand namentlich *R. Wagner* noch fein granulirte, blasse, scharf contourirte Molecüle, *Saamenkörnchen*, von 0,0016 bis 0,0100''' Grösse; ausserdem feine Fettkörnchen und moleculäre Materie.

Die Zwischenzellflüssigkeit des Spermas, welche weniger in den Hoden als in den Cooper'schen Drüschen, den Saamenbläschen und der Prostata ihre Quellen hat, gelatinirt nach der Entleerung; *Henle*[2]) hält die galatinirende Substanz für Fibrin, während sie *Berzelius* mit Schleim vergleicht, aber damit nicht für identisch hält. Man hat diese Substanz *Spermatin* genannt; sie ist aber wahrscheinlich nichts weiter, als basisches Natronalbuminat, mit dem die meisten ihrer Eigenschaften übereinstimmen; beim Kochen trübt sich die Flüssigkeit nicht; nach dem Verdunsten ist jene eiweissartige Substanz in Wasser unlöslich geworden; durch verdünnte Alkalilösung wird die durch Wasser präcipitirte Materie aufgelöst, durch concentrirte ätzende und kohlensaure Alkalien wieder präcipitirt; der Rückstand der Flüssigkeit ist in Wasser nur theilweise löslich, zum Theil aber auch in Alkohol; durch Essigsäure entsteht aus der wässrigen Lösung ein flockiger Niederschlag, der sich in überschüssiger Essigsäure auflöst und aus dieser Lösung durch Kaliumeisencyanür fällbar ist; in concentrirter Salpetersäure ist dieser Niederschlag auflöslich. Da alle diese Eigenschalten mit dem Natronalbuminat (vergl. Th. 1. S. 341) übereinkommen, so darf man zwar noch nicht schliessen, dass dieser Stoff nichts andres als gerade Natronalbuminat sei: allein man ist noch

1) *Valentin*, Repertor. Bd. 1. S. 34.
2) *Henle*, a. a. O. S. 56.

weniger berechtigt, einen eigenthümlichen Stoff, ein Spermatin, oder das bekannte Fibrin darin anzunehmen.

Das Wasserextract und das Alkoholextract der Saamenflüssigkeit enthält, so viel sich aus den Untersuchungen *Vauquelin's* ersehen lässt, zweifelsohne Natronalbuminat; ob sich aber neben diesem, wie in andern thierischen Säften, noch besondre Extractivstoffe vorfinden, lässt sich nicht entscheiden, da zu solchen Untersuchungen die Menge des sammelbaren Sperma's immer zu gering ist.

Die Salze des Blutserums sind im Sperma sehr leicht nachzuweisen; indessen findet sich phosphorsaurer Kalk und besonders phosphorsaure Talkerde in überwiegender Menge darin; von der Gegenwart und der Menge der letztern kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man z. B. Sperma zwischen zwei Glasplatten, die mit einem Firniss umgeben werden (wie bei der Herstellung mikroskopischer Präparate), sich zersetzen lässt; es scheiden sich alsdann zwischen den unversehrten Spermatozoïden unzählige Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak aus; dass diese Krystalle nicht phosphorsaurer Kalk sind (wie nach *Vauquelin* viele angenommen haben), beweist die Unfähigkeit des letztern, aus organischen Lösungen zu krystallisiren (mit Apatit haben diese Krystalle weder der Form noch der Entstehung nach irgend eine Aehnlichkeit); davon aber, dass es die Krystalle des bekannten Tripelphosphats sind, kann man sich ebensowohl durch die mikroskopisch-krystallometrische als durch die mikroskopisch-chemische Analyse überzeugen.

Vauquelin[1]) fand im Sperma 6 % organische Materie, 3 % Erdphosphate und 1 % Natron, also 10 % fester Bestandtheile.

Rücksichtlich der Analyse des Spermas dürften nur die für die Untersuchung thierischer Flüssigkeiten allgemein gültigen Regeln zu beachten sein; bei der quantitativen Analyse möchte aber zu berücksichtigen sein, dass durch Mischen des frischen Objectes mit höchst verdünnter Ammoniakflüssigkeit die Ausscheidung organischer Materien aus der eigentlichen Flüssigkeit des Saamens verhindert werden kann und demnach vielleicht durch Filtriren eine quantitative Bestimmung der Spermatozoiden und andrer Gebilde des Saamens zu erzielen sein würde. Wollte man die Extracte des Spermas genauer untersuchen, so wäre das frische mit etwas Wasser verdünnte Object jedenfalls erst mit verdünnter Essigsäure zu neutralisiren und zu filtriren, ehe man zur

1) *Vauquelin*, Berzelius' Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 634.

Verdunstung und Extraction des Rückstandes mit Wasser und Alkohol schreiten dürfte.

In medico-forensischer Hinsicht ist die dokymastische Analyse des Spermas von grosser Wichtigkeit; man hat sich daher in neuerer Zeit bemüht (*Remak*[1]), *Bayard*[2]), *C. Schmidt*[3]), Mittel anzugeben, um besonders das auf Geweben eingetrocknete Sperma von andern eingetrockneten Flüssigkeiten zu unterscheiden und mit Sicherheit nachzuweisen. Die Form der Spermatozoiden ist so characteristisch, so verschieden von allen thierischen und pflanzlichen Gebilden, dass bei der mikroskopischen Exploration eine Verwechslung mit andern Materien unmöglich ist. Die schwere Zerstörbarkeit der Saamenfäden unterstützt die Diagnose des Saamens in thierischen Flüssigkeiten, namentlich im Harn, ausserordentlich. Bemerkenswerth ist hier nebenbei, dass saamenhaltiger Harn, wie ich wenigstens constant gefunden, ausserordentlich leicht alkalescirt und im schleimigen Sedimente, auch wenn wenig Saamenfäden gefunden werden, eigenthümliche, feine, lamellenartige, sehr durchsichtige Flocken zeigt. Die Diagnose des Spermas ist also in jedem Falle leicht, wo man das Object mikroskopisch ohne Weiteres untersuchen kann; es bedarf alsdann keiner chemischen Versuche, die auch leider keine Entscheidung geben könnten. Schwieriger ist es, auf Leinwand oder andern Geweben eingetrockneten Saamen zur mikroskopischen Untersuchung vorzubereiten. Wir übergehen die von *Bayard* zu diesem Zwecke empfohlene Methode, da sie zu umständlich ist, einen ziemlich geübten Analytiker verlangt und noch andre Inconcinnitäten hat, und weisen nur auf die von *Schmidt* angegebene höchst einfache Methode hin. Auf dem Gewebe ist nach *Schmidt* zunächst die Seite zu suchen, auf welcher die Befleckung statt gefunden hat; denn nur hier wird man die Saamenfäden finden; man erkennt diese Seite an dem Lichtreflex von der glänzenden Oberfläche, während die Gegenseite matt erscheint und rauh anzufühlen ist. Indem man alsdann die Spermaseite zu einem Zipfel ausdehnt, hängt man sie in ein mit Wasser halbgefülltes Uhrglas; nach 4 Stunden erwärmt man die mit einem Tropfen Ammoniak versetzte Flüssigkeit, während der befleckte Zipfel noch in dieselbe eintaucht, streicht dann etwas über

1) *Remak*, Diagnostische u. pathogen. Unters. Berlin 1845. S. 148–171.

2) *Bayard*, Ann. d'Hygiène publique. 1849. Nr. 43.

3) *C. Schmidt*, Diagnostik verdächtiger Flecke. Mitau und Leipzig 1848. S. 42—48.

die Aussenfläche hin, und untersucht die im Uhrglase befindliche Flüssigkeit mikroskopisch.

Nach *Schmidt* unterscheiden sich die Saamenflecke von allen andern z. B. durch Lochien, Vaginalschleim (syphilitischen oder nicht syphilitischen), Eiter, Tripperschleim, Nasen- und Bronchialschleim, Eiweiss, Gummi, Fett, Leim oder Kleister entstandenen Flecken dadurch, dass sie 1 bis 2 St. dem Feuer genähert fahlgelb werden, wodurch die Form der Saamenfäden bei der spätern Untersuchung sich durchaus nicht verändert findet. Andre Stoffe werden auf diese Weise grün (z. B. Vaginalschleim) oder gar nicht gefärbt; die von thierischen Substanzen herrührenden Flecke sind entweder durch ihre morphologischen Elemente oder durch ihren Eiweissgehalt nach dem Aufweichen sehr leicht diagnosticirbar. Die reinen Fett-, Gummi- oder Kleisterflecke wird wohl Niemand mit Spermaflecken verwechseln können.

Die Genesis des Spermas ebenso wie seine physiologische Bedeutung gehören vollkommen der Histologie und Physiologie an; wir würden uns daher hier eines völligen Uebergriffs in diese Disciplinen schuldig machen, wenn wir näher auf diese Punkte eingehen wollten, und zwar um so mehr, als die Chemie bis jetzt zur Erhellung dieser immerhin dunkeln Gebiete jener Disciplinen nichts beigetragen hat und vorläufig auch nichts beitragen kann.

Eiflüssigkeiten.

Während die glänzendsten Entdeckungen der Physiologen vorzugsweise aus den Forschungen über das Ei und seine morphologischen Elemente, seine Entwicklung und Umgestaltung hervorgegangen sind, hat von Seiten der Chemiker die Untersuchung der Zusammensetzung und Beschaffenheit des Thiereis und seiner Bestandtheile noch wenig Beachtung gefunden, und gewiss nicht ganz mit Unrecht; denn es waren bisher erst noch weit zugänglichere Gebiete zu durchforschen, weit fruchtbarere Felder zu cultiviren, die eine weit reichlichere Ernte versprachen, als man sie nach dem bisherigen Stande der Wissenschaft durch Untersuchung dieses Gegenstandes sammeln zu können hoffen durfte. Es fehlten aber für die Erforschung der Eibestandtheile selbst noch die Mittel und nothwendigen Voruntersuchungen, ohne welche

eine gedeihliche Bearbeitung dieses Gegenstandes, die der Wissenschaft im Allgemeinen oder den bereits gemachten Entdeckungen der Histologie einigermassen entsprochen hätte, sicher nicht zu erwarten stand. So ist z. B. die Lehre von den Fetten heute allerdings zu einem gewissen Abschlusse gekommen; allein noch sind viele thierische Fette und namentlich ihr Verhältniss zu den Lipoïden völlig unbekannt. Dass aber die Fette im Ei bei dessen Entwicklung und Umbildung eine höchst wichtige Rolle spielen, das haben uns eben die Forschungen der Physiologen gelehrt. Besonders dunkel ist noch das chemische Gebiet der phosphorhaltigen Materien, die sich, wie es scheint, ebenso constant im Ei als im Gehirn und Nervenmarke vorfinden.

Von der Mangelhaftigkeit unsrer Kenntnisse über die Proteïnkörper ist schon oft die Rede gewesen. Dass in den Eiflüssigkeiten neben den Fetten auch andre stickstofflose Materien und namentlich Zucker vorkommen, das hat man bis auf die neueste Zeit kaum zu präsumiren gewagt.

Unter Eiflüssigkeiten versteht man gewöhnlich auch jene Flüssigkeiten, die sich erst mit der Entwicklung des Embryo bilden; von diesen wird an diesem Orte nicht die Rede sein, da wir auf den Liquor Amnios schon unter den „Transsudaten" Rücksicht genommen haben, über den Liquor Allantoidis aber unter „Harn", über die Vernix caseosa unter „Hautabsonderung" und über die Gelatine Whartoniana unter „Schleim" gesprochen werden wird.

Weil die Eier der meisten Thiere entweder sehr klein sind oder sehr schwer in hinreichender Menge erlangt werden können, so wurden bis jetzt fast nur die Eier der Hühner und der Karpfen genauer untersucht. Da nach *Gobley's* Untersuchungen[1]) die Bestandtheile der Eier beider Thierklassen fast völlig identisch sind, so lässt sich annehmen, dass wir nach der Zusammensetzung der Hühnereier mit einigem Rechte auf die der Eier aller übrigen Thiere schliessen dürfen.

Es ist bekannt, dass man in den Eiern der meisten Thiere keine solche Eiweisshülle, wie bei den Vogeleiern, sondern nur eine dem Dotter entsprechende, von einer Membran eingeschlossene Flüssigkeit gefunden hat. Beginnen wir daher mit der Betrachtung des Eidotters, dessen Constitution wir also nur nach den an Hühnereiern angestellten Versuchen kennen. Die Dotterflüssigkeit der Hühnereier ist eine sehr

1) *Gobley*, Compt. rend. T. 21. p. 766—769; Journ. de Phys. et de Chim. 3me Sér. T. 11. p. 409—417 et T. 12. p. 513; Journ. de Chim. médic. T. 6. p. 67—69.

zähe, dicke, kaum durchscheinende, bald gelbroth bald schwefelgelb gefärbte Flüssigkeit, ohne Geruch, von schwachem, aber eigenthümlichem Geschmacke, bildet mit Wasser eine weisse, emulsive Flüssigkeit, bläut geröthetes Lackmus, erstarrt beim Kochen zu einer leicht zerreiblichen Masse, wird in kaltem Alkohol coagulirt; giebt beim Schütteln mit Aether an letztern ein röthlich- oder bernsteingelb gefärbtes Fett ab, während eine zähe weisse Masse sich ausscheidet.

Betrachtet man Dotterflüssigkeit unter dem Mikroskope, so erblickt man eine breiartige, aus sehr feinen Körnchen (von nicht messbarem Durchmesser) bestehende Masse, in welcher die sogenannten Dotterkügelchen und Fettblasen der verschiedensten Grösse schwimmen; letztere zeichnen sich durch eine minder intensiv gelbe Farbe aus und sind von einer Lage jener feinen Körnchen bedeckt, während die Dotterkugeln von einer Hülle umgeben sind, die wie mit Körnchen bestreut ist. Lässt man unter dem Mikroskope Salmiak oder andere neutrale Alkalisalze auf das Dotter einwirken, so verschwinden die Körnchen fast vollständig und es bleiben nur scharf contourirte, glänzende Fettblasen zurück, neben den etwas verzerrten, oval, gurken- oder spindelförmig gewordenen Dotterzellen; an letztern kann noch eine sehr schwach granulirte Hüllenmembran wahrgenommen werden; eine ähnliche Verzerrung der Dotterzellen wird auch durch verdünnte Essigsäure hervorgebracht, welche jedoch die suspendirte Materie nicht auflöst. Lässt man dagegen concentrirte Essigsäure oder verdünnte Kalilauge auf das Dotter einwirken, so verschwinden auch die Hüllen der Dotterkügelchen, während neben dem gelbgefärbten Fett nur eine sehr fein granulirte Materie sichtbar bleibt. Die Dotterkügelchen verhalten sich also ganz ähnlich den Milchkügelchen (vgl. oben Th. 1 S. 394); es findet hier nur der wesentliche Unterschied statt, dass aus dem Dotter auch ohne Anwendung von Essigsäure, Kali, Salmiak u. dergl. das Fett vollständig extrahirt werden kann; schneller geschieht diess allerdings nach Anwendung von Salmiak oder ähnlichen Mitteln. Betrachtet man das mit Aether möglichst entfettete Dotter unter dem Mikroskop, so findet man die Körnchen nicht mehr fein vertheilt, sondern zu grössern Klümpchen oder Haufen conglomerirt; durch Salmiak, Essigsäure und Aetzkali werden diese Klümpchen zum grössten Theil aufgelöst, und es bleiben nur sehr feine, matt erscheinende Körnchen und Flöckchen noch übrig, welche der Flüssigkeit im Ganzen ein opalisirendes oder molkenähnliches Ansehn ertheilen.

Vor 8 bis 10 Jahren habe ich ziemlich zahlreiche Versuche über die Constitution der Eiflüssigkeiten und über die bei der Bebrütung vor sich gehenden Veränderungen angestellt, deren Veröffentlichung ich unterliess, da nach dem damaligen Stande der Wissenschaft die Hauptfragen, die ich mir gestellt hatte, unbeantwortet bleiben mussten; ich bin seitdem leider nicht wieder auf diesen Gegenstand zurückgekommen, was ich um so mehr bedaure, als jene mit den damals noch so unzureichenden Mitteln von einem Anfänger angestellten Versuche nicht einmal recht benutzbar sind zur Kritik der neuern von *Gobley* angestellten Versuche, an denen sicher so manches nicht stichhaltig ist.

Ueber die Constitution der sphärischen, zellenartigen Fettkörper des Dotters lässt sich nichts näheres bestimmen, da es weder ein mechanisches noch ein chemisches Mittel giebt, diese vollständig von der Intercellularflüssigkeit zu trennen.

Ihr Inhalt besteht, soviel man bis jetzt schliessen kann, fast nur aus Fett; hauptsächlich dürften diesem aber die phosphorhaltigen Materien des Dotterfettes beigemengt sein; darauf deutet wenigstens folgende Erfahrung hin: schüttelt man Dotter wiederholt mit Aether, so enthalten die zuerst durch Aether extrahirten Fettportionen nur sehr wenig oder gar keine Phosphorsäure liefernde Substanz, während die Portionen Fett, welche später durch Schütteln mit Aether dem Dotter entzogen wurden, beim Einäschern sehr viel saure phosphorsaure Alkalien und Kalk geben. Hat man Dotter vorher mit Salmiak, Essigsäure oder Kali versetzt, so ist ein solcher Unterschied im Phosphorgehalte der früher oder später extrahirten Fettportionen nicht wahrzunehmen. Wären die Hüllenmembranen der Dotterkügelchen für Aether ganz impermeabel (auch die der Milch sind es nicht vollkommen, auch sie werden durch Aether verzerrt, jedoch ihrem Inhalte weit weniger Fett entzogen, als unter gleichen Verhältnissen den Dotterkügelchen), so würde durch reinen Aether nur phosphorfreies Fett, nach Behandlung mit Salmiak u. dergl. aber phosphorhaltiges extrahirt werden.

Neben dem phosphorfreien und phosphorhaltigen Fett dürften auch in diesen Zellengebilden, in denen ich wenigstens keinen Kern oder etwas dem ähnliches entdecken konnte, hauptsächlich die Pigmente des Dotters angehäuft sein; wenigstens wird man die Dotterzellen besonders nach Behandlung mit Salmiak immer intensiver gelb gefärbt finden, als die hüllelosen Fettblasen; allerdings sind jene in der Regel viel grösser als diese und müssen daher auch farbiger erscheinen, allein einzelne der Fettbläschen sind entschieden farblos. Diesen Erfahrungen nach dürften also die Dotterkügelchen mitten inne stehen zwischen den Milchkügelchen und Blutkörperchen; der Fettreichthum stellt sie näher den ersteren, der Gehalt an Phosphorsäure und an eisenhaltigem Pigment rückt sie den Blutkörperchen näher.

Da wir die chemischen Bestandtheile der Dotterkügelchen von denen der Intercellularflüssigkeit noch nicht streng zu sondern verstehen, so werden wir die Elemente des Dotters unmittelbar neben einander betrachten.

Es ist bereits im 1. Th. S. 374 von dem wesentlichsten albuminösen Bestandtheile des Dotters, dem Vitellin, die Rede gewesen. Wir haben dort noch nicht gewagt, von der gewöhnlicheren Ansicht abzugehen, wornach das Vitellin eine besondere Species der Proteïnkörper ist: allein so sehr wir dem Verfahren entgegen sind, vorschnell ähnliche Körper für identisch zu erklären, so können wir doch jetzt nicht umhin, unsre Meinung dahin auszusprechen, dass das sogenannte Vitellin nichts sei, als ein Gemeng von Albumin mit Caseïn. Die amorphen dunkeln Körnchen des Eidotters sind nämlich reines alkalifreies Caseïn, welches aber gleich gewöhnlichem Caseïn reich an Kalkphosphat ist; in der eigentlichen Intercellularflüssigkeit des Dotters ist kein Caseïn, sondern nur alkaliarmes Albumin aufgelöst. Vor allem ist zu bemerken, dass es unrichtig ist, wenn man behauptet, das Vitellin werde durch Aether coagulirt; schüttelt man nämlich, wie man diess gethan hat, frisches Dotter mit Aether und Wasser, so bildet sich unter der fetthaltigen, gelb gefärbten Aetherschicht eine weisse, etwas klebrige Masse; diese hat man für ein Coagulum gehalten, für geronnenes Vitellin; solches ist es aber durchaus nicht; filtrirt man nämlich diese Flocken nach Entfernung des Fettes und Aethers ab und süsst so lange aus, als die ablaufende Flüssigkeit beim Erhitzen noch eine Opalescenz zeigt, so bleibt auf dem Filter eine dem nach *Rochleder* und *Bopp* dargestellten (vergl. Th. 1. S. 389) Caseïn vollkommen gleichende Masse, welche nur neben eigentlichem Caseïn noch etwas salzarmes Albumin enthält; letzteres wurde durch die Verdünnung der Dotterflüssigkeit mit Wasser präcipitirt, ganz so wie es auch aus dem Eiereiweisse und Blutserum geschieht. Diese Substanz hat alle die von Caseïn Th. 1. S. 384 angeführten Eigenschaften; dies lehrt ihr Verhalten gegen Säuren, Alkalien, alkalische, erdige und Metallsalze; wir heben hier nur hervor, dass sie sich unter Zurücklassung eines geringen, die Flüssigkeit opalisirend machenden Rückstands (etwas Fett und die Hüllenmembranen der Dotterkügelchen) schon in sehr verdünnten Lösungen von Salmiak, Chlornatrium, schwefelsaurem Natron u. s. w. auflöst; diese Auflösung wird durch Essigsäure stark getrübt, durch Kochen weit weniger; das durch Kochen Ausgeschiedene ist jenes bei der Verdünnung des Dotters mit Wasser gefällte Albumin,

welches durch Salmiak u. s. w. zugleich mit dem Caseïn gelöst wurde. Aber alle diese so vollkommnen zutreffenden Aehnlichkeiten des Caseïns mit der Substanz des Dotters würden uns noch nicht bestimmt haben, diese für Caseïn zu halten, wenn sie nicht die dem Caseïn vorzugsweise characteristische Eigenschaft besässe, *durch Kälberlab vollständig coagulirt* zu werden. Versetzt man nämlich die Lösung jener Substanz in dem verdünntesten Salmiak- oder Sodawasser mit etwas Kälberlab, so bildet sich bei einer Temperatur von ungefähr 30° C. in 2 bis 3 St. ein dichtes, käseartiges Coagulum. Da der Zucker durch das Auswaschen dieser Substanz vollkommen entfernt ist, so kann nicht daran gedacht werden, dass dieser durch irgend welche Umwandlung zur Abscheidung dieses Coagulums beigetragen habe. 100 Th. dieser Substanz im trocknen Zustande gaben 5,044 % Asche, die fast nur aus phosphorsauren und kohlensauren Erden bestand.

Wenn wir diese bisher für einen eigenthümlichen Stoff gehaltene Substanz für Caseïn erklären, so geschieht diess gerade hier nur mit der Restriction, dass diese Identität blos gilt, soweit unsre jetzigen Mittel reichen, das Caseïn zu constatiren, zumal da wir einerseits wissen, dass das Caseïn selbst wahrscheinlicher Weise noch ein Gemeng mehrerer Substanzen ist (und hier wie in der Milch wenigstens die Hüllenmembranen von Fettzellen enthält), andrerseits aber Elementaranalysen über die Verschiedenheit oder Identität von Proteïnkörpern sehr wenig oder gar keine Entscheidung geben können.

In 100 Th. Dotterflüssigkeit fand ich 13,932 % solchen Caseïns (aus der Salmiaklösung durch Essigsäure gefällt); die Menge der in Salmiaklösung unlöslichen Materie (Hüllenmembranen) betrug nur 0,459 %.

Das Albumin der Dotterflüssigkeit ist in der Flüssigkeit enthalten, welche durch Auswaschen des in reinem Wasser unlöslichen Caseïns erhalten wurde; es gerinnt durch Kochen in Flocken, ein Beweis, dass es nicht als Albuminat darin enthalten ist, theilt aber sonst alle Eigenschaften mit gewöhnlichem Eiweiss und wird weder durch Essigsäure präcipitirt noch durch Kälberlab coagulirt. An solchem Eiweiss, welches sich in reinem Wasser auflöste, fand ich 2,841 % in der Dotterflüssigkeit, an solchem dagegen, welches mit dem Caseïn ungelöst geblieben war und erst nach der Fällung des Caseïns durch Essigsäure quantitativ bestimmt wurde 0,892 %. *Prout* fand an sg. Vitellin (also Caseïn + Albumin + Hüllenmembranen) im Eidotter = 17 %, *Gobley* = 15,76 %.

Neben den erwähnten Proteïnkörpern finden sich im Eigelb der Fische sowohl als der Vögel eine Anzahl in Aether löslicher Substanzen, welche Fette sind oder wenigstens bei ihrer Zerlegung saure und neutrale Fette liefern und zwei Farbstoffe aufgelöst enthalten. Die Gesammtmenge dieser in Aether löslichen Materien fand *Prout* 29 %, *Gobley* 30,468 %, ich durchschnittlich 31,146 %. Ein Schwefelgehalt im Eidotterfett ist weder von *Gobley* noch von mir aufgefunden worden; weder die alkoholische Lösung des Eidotterfettes noch das Wasser, womit man dasselbe erwärmt hat, röthet Lackmus.

Zunächst stossen wir bei Untersuchung dieser Fette auf Elain und Margarin, deren Menge *Gobley* zu 21,304 % berechnet.

Allgemein hat man einen Gehalt von Cholesterin im Eierdotter angenommen und *Gobley* hat ihn sogar quantitativ zu bestimmen gesucht und zu 0,438 % berechnet. Ganz entschieden ist aber dessen Gegenwart keineswegs nachgewiesen, obwohl selbst der Schmelzpunkt des von *Lecanu* aus dem Eieröl dargestellten unverseifbaren Fetts (= + 145°) mit dem des Cholesterins übereinstimmt. Ich habe mich wenigstens weder durch Messung der Winkel der Krystalle, die man für Cholesterin gehalten hat, noch durch andre Mittel von der Gegenwart wahrhaften Cholesterins überzeugen können; die Krystalltafeln dieses Körpers bilden grösstentheils nicht Rhomben, sondern parallelopipedische Blätter, deren Winkel von denen des Gallenfetts verschieden sind; während die Cholesterintafeln meist einspringende Winkel bilden, sind bei diesen langen Tafeln die spitzen Winkel schief abgestumpft; aus alkoholisch-ätherischer Lösung scheiden sich diese bei langsamem Verdunsten in schönen federfahnenartigen Gruppen ab. Die Krystalle schmelzen leichter als die des Gallenfetts. Dass sie sich auch in kaltem Alkohol leicht zu lösen scheinen, wenn sie noch mit Eidotterfett gemengt sind, würde kein Beweis für ihre Nichtidentität mit dem Cholesterin sein, da das letztre bekanntlich sich bei Gegenwart von öligen Fetten und Seifen auch in kaltem Alkohol leicht auflöst.

Zweifelhaft ist es mir geblieben, ob im frischen Dotterfett Margarinsäure und Oelsäure enthalten sind; in solchem, welches einige Zeit an der Luft gestanden hat, sind diese Säuren unverkennbar nachzuweisen. *Gobley* behauptet, dass beide Säuren sich erst durch Zersetzung eines indifferenten Stoffes, den er neuerdings *Lecithin* nennt, neben Phosphoglycerinsäure bilden.

Dieses Lecithin ist von *Gobley* nicht im isolirten, völlig reinen Zustande dargestellt worden; es scheidet sich aus dem ätherischen Auszuge des trocknen Eidotters beim Verdunsten des Aethers zuerst aus und zwar unter der Form einer *Matière visqueuse*, auf deren Untersuchung *Gobley* einen sehr hohen Werth legt, während bei den meisten andern Fetten sich unter ähnlichen Verhältnissen ebenfalls eine physisch ähnliche, aber chemisch sehr verschiedene Matière visqueuse absetzt; etwas Eigenthümliches habe ich gar nicht daran finden können, denn jedes andre ölreiche Fett scheidet unter übrigens günstigen Verhältnissen eine ähnliche Masse ab, die wesentlich aus viel Margarin und etwas Elain besteht. Richtig ist aber, dass die phosphorsäurehaltige Substanz sich in dem Theile des Fettes befindet, welcher sich zuerst aus der verdunstenden Aetherlösung absetzt. Diese Substanz, vermengt mit Elain und Margarin und noch mit einer andern Materie, die *Gobley Cerebrin* nennt, ist nach seinen neuern Untersuchungen ein durchaus neutraler Körper, welcher durch Behandlung mit Mineralsäuren (weit schwieriger durch organische Säuren) oder mit Alkalien, sowohl in wässriger als alkoholischer Lösung, selbst auch bei Ausschluss des atmosphärischen Sauerstoffs neben Oelsäure und Margarinsäure Phosphoglycerinsäure liefert. An Lecithin fand *Gobley* im Eidotter 8,426 %.

Das Cerebrin wird erhalten, wenn man die Matière visqueuse mit Alkohol und einer Säure versetzt und ruhig stehen lässt; es scheidet sich dann als weisse, weiche Masse ab, welche der *Fremy*'schen Cerebrinsäure oder Oelphosphorsäure entspricht; dieselbe ist ebenfalls neutral, stickstoff- und phosphorhaltig, quillt in Wasser wie Stärke auf, schmilzt bei höherer Temperatur; im isolirten Zustande ist sie in Aether unlöslich, leicht löslich in Alkohol, verbindet sich leicht mit Metalloxyden; bei wiederholtem Auflösen in Weingeist verliert sie phosphorsauren Kalk und röthet Lackmus.

Ausführlicher wird von diesen Stoffen noch unter „Gehirn" und „Nervenmark" die Rede sein, wo wir ohnedies auf diese Materien zurückkommen müssten; wir werden daher dort unsre eignen Versuche und Erfahrungen besser zusammenstellen können, ohne uns unnützer Wiederholungen schuldig zu machen.

Farbstoffe wurden schon von *Chevreul* zwei im Eidotter entdeckt, ein gelber und ein rother; beide lassen sich durch kalten Alkohol ausziehen; der rothe eisenhaltige ist in Aether schwerer löslich als der gelbe eisenfreie; im fettfreien Zustande scheinen sie übrigens

beide in Aether so gut wie unlöslich zu sein; indessen sind beide noch wenig untersucht.

Ob die organische Säure, welche sich in dem Eidotter vorfindet, Milchsäure sei, ist sehr zweifelhaft; wenigstens ist ihre Gegenwart durch das wenige, was *Gobley* anführt, keineswegs erwiesen.

Obgleich *Gobley* sich überzeugt hat, dass die phosphorhaltigen Bestandtheile des Eidotters nicht an Ammoniak gebunden sind, so nimmt er doch noch einen Gehalt von 0,034 % Salmiak im Eigelb an.

An Mineralstoffen findet man in der Asche des Eigelbs die gewöhnlichen Salze thierischer Substanzen, allein in ganz andern Proportionen, als man sie sonst zu finden pflegt: die Kaliumverbindungen überwiegen bedeutend die Natriumverbindungen, Chlormetalle fehlen nach *Poleck*[1]) gänzlich, dagegen fanden *H. Rose*[2]) und *Weber* neuerlich, dass in dem Eidotter allerdings etwas Chlornatrium (= 9,12% der unorganischen Materien) nachweisbar ist, sobald die organische Materie weder durch Verkohlen noch durch Einäschern zerstört worden ist. Nur Phosphate und zwar einbasische sind in der nach *Rose's* Methode bereiteten Asche zu entdecken; *Poleck* fand daher 66,7 bis 67,8 % Phosphorsäure in derselben, *Weber* 70,92 %. Ausserdem findet sich etwas Eisenoxyd (1,45 % der Asche) und eine geringe Menge Kieselsäure (= 055%) in der Asche des Eigelbs. Jedem, der der oben angeführten Zusammensetzung der Blutkörperchen eingedenk ist, wird hier die grosse Analogie zwischen der Natur der Blutzellensalze und des Eigelbs auffallen; wir werden sogleich sehen, dass dagegen die Zusammensetzung der Salze des Albumens der Hühnereier sich in ähnlicher Weise der der Serumsalze anschliesst.

Wir wiederholen, dass *Gobley* ganz dieselben Stoffe, sogar fast in gleicher Proportion, in den Eiern der Fische gefunden hat, welche, wie die der meisten Thiere, nur aus Dotter bestehen und nicht mit einer besondern Eiweissschicht umgeben sind, wie die der Vögel.

In 30 Eiern fand ich 466,2 grm. Dotter; demnach würde ein Hühnerei durchschnittlich 15,54 grm. Eigelb enthalten, *Poleck* erhielt aus 29 Eiern = 427,361 grm., wornach durchschnittlich ein Ei 14,75% Dotter enthalten würde. Der Wassergehalt des Dotters frischer Eier ist ziemlich wechselnd; er schwankt zwischen 48 und

1) *Poleck,* Poggend. Ann. Bd. 79. S. 155—161.
2) *Rose,* ebendas. S. 398—429.

55 %. An unorganischen Materien fand *Poleck* in dem Eidotter = 1,523 %.

Knüpfen wir hieran sogleich leichtern Vergleichs halber die quantitativen Verhältnisse, welche das Albumen der Hühnereier betreffen. In 30 Eiern fand ich 690,3 grm., also durchschnittlich in einem Ei 23,01 grm. Albumen; *Poleck* in 29 Eiern = 719, 742 grm. also in einem = 24,8 grm. Auch der Gehalt des Eiweisses an *Wasser* ist sehr variabel, schwankt zwischen 82 und 88 %. Durchschnittlich fand ich im frischen Albumen = 13,316 % fester Bestandtheile. An *unorganischen Bestandtheilen* enthält das Albumen 0,64 bis 0,68 % (*Poleck* 0,65 %). In dem getrockneten Albumenrückstande fand ich durchschnittlich 3,042 % schmelzbarer Asche.

In der Asche des Albumens sind die *löslichen Salze* bedeutend überwiegend über die *unlöslichen*, während in der Asche des Dotters das Umgekehrte der Fall ist; das Plus der löslichen in der Albumenasche rührt hauptsächlich von dem nicht unbedeutenden Gehalte an Chlormetallen = 50,45 % (nach *Poleck* = 41,92 % Chlorkalium und 9,16 Chlornatrium) her. An Säuren gebundenes Natron findet sich im Eiereiweiss in weit grössrer Menge als im Eidotter (in ersterem nach *Poleck* und *Weber* 23,04 in letzteren = 5,12 oder 5,70 %), während die Verhältnisse der Kalisalze gerade umgekehrt sind (im Albumen = 2,36 Kali, im Dotter = 8,93 oder 8,60 %). Phosphorsäure kommt in der Albumenasche nur in sehr geringer Menge vor (= 4,83 %); dagegen findet sich hier auch Kohlensäure (11,6 und 14,05 %) und etwas Schwefelsäure (= 1,40 und 2,63 %). Kieselsäure findet sich fast in derselben Menge in der Asche des Albumens (= 0,49 %) wie in der des Dotters, Eisenoxyd dagegen in geringerer Menge (= 0,34 und 0,44 %), so auch Kalk und Talkerde (1,74 % $\dot{C}a$ und 1,60 % $\dot{M}g$), wogegen in der des Eigelbs die sechs- bis siebenfache Menge derselben und zwar mit Ueberwiegen des Kalks gefunden wurde (= 12,21 % $\dot{C}a$ und 2,07 % $\dot{M}g$). Alle diese Verhältnisse deuten auf eine bestimmte, gewiss nicht zwecklose Vertheilung der anorganischen Materien in der Zelle und der Intercellularflüssigkeit des thierischen Körpers, ein Gesichtspunkt, der uns für die Betrachtung der Entwicklungsgeschichte (im 3. Th.) von hoher Bedeutung sein wird.

Dass im Eiweiss, so wie man es unmittelbar aus frischen Eiern erhält, bereits kohlensaure Salze enthalten sind, davon kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man etwas Eiweiss unter dem

Mikroskop mit Essigsäure versetzt; es ist dann eine oft ausserordentlich bedeutende Luftentwicklung wahrzunehmen. Die Quantität dieser präformirten kohlensauren Salze scheint aber sehr verschieden zu sein und ist vielleicht abhängig von der längern oder kürzern Zeit, welche die Eier an der Luft gelegen haben, durch deren Kohlensäure möglicher Weise dem Natronalbuminat ein Theil der Basis entzogen worden sein kann.

Freie Gase sind im Albumen und im Dotter so gut enthalten, wie in allen thierischen Flüssigkeiten.

An Albumin (unter den Th. 1. S. 347 angegebenen Vorsichtsmassregeln bestimmt) findet sich meinen Untersuchungen nach im frischen Eiweiss = 12,274 %, im getrockneten Eiweiss = 92,293 %. Ueber den Unterschied zwischen dem Albumin der Eier und dem des Blutserums vergleiche man Th. 1. S. 343.

Das Eiweis der Eier ist keineswegs fettfrei, wenn auch die Menge des Fettes ausserordentlich gering ist. Betrachtet man frisches Eiereiweiss unter dem Mikroskop, so entdeckt man hie und da kleine in 3 und 4 Zacken oder Spitzen auslaufende Körnchen, die der mikrochemischen Untersuchung nach nichts weiter, als Fett sein können und zwar Margarin. Extrahirt man ferner getrocknetes Eiereiweiss mit Aether, so erhält man zuweilen eine lichthimmelblaue Lösung, jedoch nicht immer; das Fett, welches nach Verdunstung des Aethers zurückbleibt, besteht aus Elain und Margarin, enthält aber auch ölsaures und margarinsaures Natron, wenn alkoholhaltiger Aether zur Extraction angewendet wurde; es wird aus alkoholischer Lösung durch essigsaures Bleioxyd gefällt; für sich eingeäschert hinterlässt es eine alkalisch reagirende, mit Säuren aufbrausende Asche.

Es ist bereits Th. 1. S. 297 nachgewiesen worden, dass das gewöhnliche Albumen normal Zucker enthält; einigen Bestimmungen nach beträgt die Menge des in 100 Th. trocknen Eiweissrückstandes enthaltenen Zuckers = 0,5 % (aus der bei eingeleiteter Gährung entwickelten Kohlensäure bestimmt).

Die Zahl der nach Abzug der Fette, des Zuckers und der Salze bestimmten extractiven Materien des Albumens ist ziemlich gering; ich fand im festen Rückstande desselben 3,143 %.

Es ist bemerkenswerth, dass in das Alkoholextract so wie in das Wasserextract, wenn man das Eiweiss vorher nicht neutralisirt, etwas Natronalbuminat mit übergeht, und dadurch leicht eine scheinbar grössere Menge an Extractivstoffen erhalten werden kann; die an Alkali gebundene Essigsäure des alko-

holischen Extractes wurde daher bei der Bestimmung der Extractivstoffe mit abgezogen.

Wenn das Eiweiss der Eier auch eines der gewöhnlichsten Objecte ist, welches zu Untersuchungen verwendet wird, so existirt doch noch keine genaue Analyse desselben; es sind aber zu seiner Analyse einige Vorsichtsmassregeln nothwendig, die man bisher unterlassen hat zu beachten. Das gallertartige Eiweiss, wie man es aus frischen Eiern erhält, ist nicht blos ein durch Wasser aufgequollenes Albumin oder Natronalbuminat nebst anhängendem Fett und eingemengten löslichen Stoffen, sondern es enthält auch unlösliche membranöse Theile; hierzu gehören nicht blos die Chalazen, sondern auch feine, texturlose, nur schwach granulirte Häutchen, welche das Albumin nach verschiedenen Richtungen hin durchkreuzen und so einhüllen, dass es nach vorsichtiger Entfernung aus dem Ei immer noch eine ziemlich cohärente Masse ausmacht. Diese feinen Membranen haben dieselbe lichtbrechende Kraft, wie das in ihnen eingeschlossene Eiweiss; daher werden sie erst auf Zusatz von Wasser sichtbar. Man darf aber nicht glauben, dass alle die Flocken, welche sich nach Mischung des Albumens mit Wasser ausscheiden, nur die vorher unsichtbaren Membranen sind; es trennt sich nämlich auch das Natronalbuminat der Eier gleich dem des Blutserums durch starke Verdünnung mit Wasser in ein alkalireicheres Albuminat und in ein alkaliarmes Albumin; das letztere vermehrt die unlöslichen Theile des mit Wasser versetzten Albumens. Man kann sich hiervon sehr leicht überzeugen, wenn man so behandeltes und von ausgeschiedenen Flocken fast weiss und undurchsichtig gewordenes Eiweiss mit einem wenn auch nur neutral reagirenden Alkalisalze, z. B. Chlornatrium, Salmiak und dergl., versetzt; ein sehr grosser Theil der Trübung verschwindet alsdann und man erkennt in dem noch ungelöst gebliebenen unter dem Mikroskop nur noch die Ausläufer der Chalazen und die membranösen Theile. Will man daher im Eiereiweiss das eigentliche *Albumin* genauer bestimmen, so muss eine im verschlossenen Gefässe gewogene Menge frischen Albumens mit Wasser in einer Reibschale gehörig zusammen gerieben werden; dann ist das gewässerte Albumen in ein Cylinderglas zu spülen und mit der 15- bis 20fachen Menge Wassers zu verdünnen. Ohne diese starke Verdünnung ist die Eiweisslösung kaum filtrirbar, und selbst dann oft nicht im Sommer bei hoher Temperatur, wo Byssus- und Vibrionenbildung nur zu schnell eintritt. Ist die ganze Flüssigkeit erst auf das Filter gebracht, so ist es räthlich,

den Rückstand ohne Weiteres mit salmiakhaltigem Wasser zu behandeln und dann erst vollständig auszusüssen. Der Salmiak löst nicht blos das durch Wasser präcipitirte Albumin auf, sondern er bewirkt auch, dass beim darauf erfolgenden Kochen der filtrirten Flüssigkeit das Albumin vollständig coagulirt wird; es vertritt die Stelle der sonst empfohlenen Essigsäure, indem sich Clornatrium und Ammoniakalbuminat bildet, welches letztre beim Kochen das Ammoniak verliert, vollständig gerinnt und ein gut filtrirbares Coagulum bildet.

Das Fett des Eiweisses, ebenso die sg. *Extractivstoffe* und der *Zucker* sind nach den oft erwähnten Methoden nachzuweisen und quantitativ zu bestimmen.

Der Gehalt an präformirtem *kohlensauren Alkali* ist nur auf dieselbe Methode, wie wir sie beim Blute und den Transsudaten (vergl. S. 321) angegeben haben, zu ermitteln; kennt man diesen, so lässt sich leicht auch ein Mittel finden, um das an Albumin gebundene Alkali zu berechnen. Leider fallen aber wegen des verschiedenen Gehalts einzelner Eier an kohlensauren Alkalien und an mit Albumin verbundenem Alkali die einzelnen Bestimmungen so verschieden aus, dass sich ein bestimmtes Verhältniss von Alkali zu Albumin und von kohlensaurem Alkali zu Natronalbuminat noch nicht hat ermitteln lassen.

Die Analyse der Dotterflüssigkeit hat auch ihre Schwierigkeiten, die zum Theil nicht gänzlich zu überwinden sind. Was zunächst die Dotterkügelchen betrifft, so sind diese auf mechanischem Wege um so weniger von der übrigen Flüssigkeit zu trennen, als neben ihnen noch die freien Körnchen ungelösten Vitellins und freie Fettbläschen vorkommen. Als den besten Weg der Analyse habe ich noch folgenden gefunden: wie bei allen andern Flüssigkeiten ist zunächt deren fester Rückstand und der Salzgehalt desselben zu bestimmen; letzterer aber auf keine andere Weise, als nach der Methode von *Rose*, da man hier unfehlbar eine Menge Phosphorsäure durch starke Glühhitze beim Einäschern verlieren würde. Will man die albuminösen Bestandtheile der Dotterflüssigkeit einigermassen genau bestimmen, so muss natürlich das unverletzte Dotter vorher von anhaftender Eiweissflüssigkeit durch oft wiederholtes aber schleuniges Abspülen befreit worden sein. Die ausgelaufene sehr leicht eintrocknende Dotterflüssigkeit ist nach dem Wägen mit Aether zu schütteln, so lange als sich dieser nur noch schwach gelblich färbt. Die rückständige wässrig albuminöse Flüssigkeit bildet dann einen dichten, weissen Brei; dieser wird mit Wasser geschüttelt, welches einen grossen Theil eiweissartiger Ma-

terie in sich aufnimmt; dessen Menge wird durch Kochen u. s. w. bestimmt und die vom Coagulum abgelaufene Flüssigkeit abgedampft, der Rückstand mit Alkohol extrahirt und somit die Menge des Wasser- und Alkoholextracts ermittelt, diess jedoch nur als Controle der andern Methode, wornach die Menge der Extracte aus dem festen Rückstande der Gesammtflüssigkeit bestimmt wird.

Von den albuminösen Bestandtheilen des Dotters bleibt aber eine sehr grosse Menge in Wasser ungelöst, nämlich Caseïn und etwas alkalifreies Albumin; diese sind nun mit verdünnter Salmiaklösung zu behandeln, von welcher die unter dem Mikroskop sichtbaren Körnchen des Dotters, das Caseïn, und das durch Wasser präcipirte Albumin, gelöst werden. Die Lösung dieser Stoffe wird erhitzt, wodurch das *Albumin* gefällt wird, die hiervon abfiltrirte caseïnhaltige Flüssigkeit aber vorsichtig mit verdünnter Essigsäure versetzt und so das *Caseïn* gefällt oder umgekehrt erst das Caseïn durch Essigsäure und dann das Albumin nach Neutralisation der Essigsäure mittelst Ammoniak durch Kochen präcipitirt. Um jedoch alle Proteïnsubstanz aus der Flüssigkeit zu entfernen, ist es nöthig, dass die filtrirte Flüssigkeit zur Trockenheit verdunstet und der Rückstand durch Auslaugen mit kaltem Wasser von Salmiak und essigsaurem Ammoniak befreit werde. Uebrigens erinnern wir hier nur an die früher (S. 213) gegebene Regel, dass alle albuminösen Stoffe nach vollendetem Aussüssen mit Wasser auch noch mit siedendem Spiritus zu behandeln sind, theils damit ihnen noch anhaftende, in Wasser unlösliche, in Alkohol aber lösliche Stoffe noch entzogen werden können. Beim Vitellin ist diess um so nöthiger, da dieses, auf die oben genannte Weise erhalten, selten ganz fettfrei ist.

Die in Salmiakwasser unlöslichen, weissen Flocken, welche hauptsächlich aus den *Hüllenmembranen* der Dotterkügelchen bestehen, sind mit destillirtem Wasser zur Entfernung des Salmiaks auszuwaschen, zu trocknen und zu wägen.

Die Bestimmung des *Zuckers* geschieht aus dem fettfreien Alkoholextracte durch Gährung oder die Fehling-Trommer'sche Methode.

Milchsäure, wenn solche wirklich vorhanden, dürfte sich bei der höchst geringen Menge, in der sie sich nur vorfinden kann, kaum quantitativ bestimmen lassen.

Um die Menge des *Fettes* und der *phosphorhaltigen Materien* der Dotterflüssigkeit zu bestimmen, muss diese verdunstet und bei 110° getrocknet worden sein, ehe man sie mit Aether extrahirt. Eine ge-

naue Trennung der verschiedenen in Aether gelösten Substanzen ist bis jetzt nicht möglich; doch werden wir auf die Methoden, die phosphorhaltigen Substanzen von den Fetten, fettsauren Salzen und Lipoïden einigermassen zu trennen und quantitativ zu bestimmen, ausführlicher bei Betrachtung der Hirnmasse und des Nervenmarks zurückkommen, da dort noch die phosphorhaltigen Materien unsre besondre Beachtung erfordern. Auf die Methode, die neutralen Fette von den Fettsäuren zu unterscheiden und zu trennen, ist im Allgemeinen schon Th. 1. S. 253 hingewiesen worden.

Wir enthalten uns hier aller Bemerkungen über den physiologischen Werth der einzelnen Bestandtheile des Dotters, da wir bei der Entwicklungsgeschichte gerade diesen Gegenstand der ganzen Betrachtung zu Grunde legen müssen. Es ist gewiss kein voreiliger Schluss, wenn wir im Ei die thierischen Substrate fertig zur Zellen- und Gewebsbildung abgelagert glauben, und wenn wir daher unsre Anschauung von der Umwandlung der Nährstoffe in organisirte Materien gerade auf die Constitution der Eiflüssigkeit und die Entwicklung des Embryo in derselben begründen. Wir würden uns daher unnützer Wiederholungen schuldig machen, wollten wir hier schon die Dignität jedes einzelnen Eibestandtheils für die Entwicklungsgeschichte abwägen.

Schleim.

Kaum dürfte irgend eine andere thierische Flüssigkeit in der ganzen Säftelehre noch so wenig wissenschaftlich erforscht sein, als der Schleim. Die Gründe dieser traurigen Thatsache sind indessen sehr leicht einzusehen. Zuvörderst ist an sich der Ausdruck Schleim ein sehr vager Begriff; man hat zwar gesagt, das Secret der Schleimhäute sei nur als Schleim zu betrachten; indessen finden wir auch unter gewissen Verhältnissen im thierischen Organismus einen limpiden, zähen Saft, der alle Charactere des Schleimes an sich trägt, ohne von einer wahren Schleimhaut mit sg. Schleimfollikeln secernirt zu sein. Wir erinnern nur an den schleimigen Inhalt gewisser Cystenbildun-

gen, der nach den Untersuchungen *Virchow's*[1]) und *Rokitansky's*[2]) alle Reactionen giebt, die man dem normalen Schleime als einigermassen characteristisch zuschreiben kann. Mehrere colloïde abnorme und normale Bildungen, z. B. die Wharton'sche Sulze, verwandeln sich in eine Flüssigkeit, die durch keine Reaction von normalem Schleimsafte zu unterscheiden ist. Ein andrer und zwar noch wichtigerer Grund, welcher das Schweigen der Chemiker über die Constitution des Schleimes erklärt, ist der, dass der normale Schleim immer mit morphologischen Elementen so erfüllt oder durchsetzt ist, dass kein reines chemisches Object erlangt werden konnte; eine Trennung dieser Bildungen von dem eigentlichen Schleimsafte ist noch heute unmöglich, und man muss sich, will man eine chemisch geniessbare Untersuchung des Schleimes anstellen, auf die seltnern Fälle beschränken, wo einmal ein Schleimsaft vorkommt, der arm an jenen Zellenbildungen ist oder aus dem sie sich zufällig leicht entfernen lassen. Selten sind diese Fälle, und noch bleibt dann die Frage: ist das Untersuchungsobject wirklich vollkommen identisch mit dem Schleimsafte? Darf man einigen übereinstimmendern Reactionen zufolge diese aus so verschiedenen Quellen entsprossenen Säfte für identisch erklären, während man Globulin von Albumin, Vitellin von Caseïn zu trennen für recht hält? Können wir nicht selbst aus dem Albumin und Fibrin durch Behandlung mit Alkalien Verbindungen herstellen, die alle physikalischen und manche chemischen Eigenschaften mit dem Schleimsafte gemein haben? Und wie verschieden sind endlich die Eigenschaften und Fähigkeiten völlig legitimen, verschiedenen Schleimhäuten entsprossenen Schleimes? Wir denken hier nicht an die saure oder alkalische Reaction, nicht an die Beimengung verschiedenartiger Zellenbildungen, wir erinnern nur an die verschiedene Fähigkeit, mit Säuren auf Animalien verdauende Kräfte auszuüben. Wenn aber auch alle diese Schwierigkeiten dem Chemiker überwindbar wären, so würden seine Bemühungen doch an dem Unternehmen scheitern, sich eine Normalflüssigkeit zu verschaffen. Denn die Abscheidung des Secrets ist auf allen Schleimhäuten so gering, so lange sich dieselben im normalen Zustande befinden, dass kaum Spuren desselben zu erlangen

1) *Virchow*, Verhandl. der Gesellsch. f. Geburtshülfe in Berlin. 1848. Bd. 3. S. 203.

2) *Rokitansky*, Zur Anatomie des Kropfes, aus d. 1. Bd. der Denkschriften der mathem. naturwiss. Classe d. kais. Ak. d. Wissensch. besonders abgedruckt. Wien 1849. S. 11.

sind; man weiss aber, wie leicht die Schleimhäute afficirt werden und wie sehr alsdann das Secret von dem normalen verschieden ist; wir können ja fast täglich beobachten, wie schnell sich die Zahl der sg. Schleimkörperchen bei dem geringsten Reize der Schleimhaut vermehrt, und wir wissen hauptsächlich durch *Jul. Vogel*, dass eine gereitzte Schleimhaut in der Regel nicht blos solche Körperchen, sondern auch eiweissartige, coagulirbare Materie absondert, wie sehr sie zur Bildung von wahrhaften Transsudaten und Exsudaten geneigt ist. Wenn wir alle diese Umstände erwägen, so werden wir darin für den Chemiker Entschuldigung genug finden, dass er im Ganzen noch so wenig Aufmerksamkeit diesem Gegenstande gewidmet hat, so wünschenswerth auch in chemischer wie in physiologischer Hinsicht eine genaue Untersuchung des Schleims sein mag; haben doch selbst die Physiologen die Frage seiner Bildung noch nicht völlig entschieden; denn während man an den meisten Schleimhäuten besondre Organe, die sg. Schleimbälge, als die Quellen des Schleimes betrachtet, giebt es doch auch schleimabsondernde Häute, welche jener Follikeln gänzlich entbehren, z. B. die der Kiefer-, Stirnbein-, Trommel- und Keilbeinhöhlen, die Ovula Nabothi, die Synovialsäcke, endlich die abnormen Bildungen, wie Hygroma, Cysten u. dergl. Der Schleim kann also nicht oder wenigstens nicht allein in den drüsigen Organen der Schleimhäute seine Quelle haben. *Tilanus*[1]) macht darauf aufmerksam, dass alle diese Häute mit einer Epithelialschicht überzogen seien und dass wohl die Epithelialzellen integrirende Begleiter des Schleimsaftes seien und deshalb dieser mit jenen in einem ursächlichen Zusammenhange stehen möchte. Allein nach *Virchow's*[2]) und *Rokitansky's*[3]) Erfahrungen scheint auch die colloïde Materie mancher Cysten der Thyreoïdea, der Leber, der Nieren und des Ovariums ohne Anwesenheit von Epithelien in eine dem Schleim höchst ähnliche oder gleiche Materie übergehen zu können. Wie der permanente Knorpel in Leim, so wird die Wharton'sche Sulze leicht in Schleim umgewandelt (*Virchow*[4]).

Ziehen wir auch hier zunächst in Kürze die dem normalen und abnormen Schleime beigemengten histologischen Elemente in Betracht.

Normaler Schleim ist nie frei von den Epithelien der Schleim-

1) *Tilanus*, de saliva et muco, spec. inaugur. Amstelodami 1849. p. 56—75.

2) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. Bd. 1. S. 115.

3) *Rokitansky*, üb. d. Cysten, aus d. 1. Bde. d. Denkschr. d. math. naturw. Cl. d. k. Ak. d. W. besonders abgedruckt. Wien 1849. S. 20.

4) *Virchow*, Privatmittheilung.

haut, der er entsprungen, ja er besteht fast lediglich aus Epithelien, die nur durch einen pelluciden Saft zusammengeklebt erscheinen. Diess ist ebensowohl der Fall bei den Schleimhäuten, die mit Plattenepithelien überzogen sind, als bei denen, die Cylinder- oder Flimmerepithelien enthalten; doch sind die Cilien der letztern gewöhnlich abgestossen, so dass man selbst bei abnormer Absondrung nur selten noch vollständige Flimmerepithelien auffindet.

Schleimkörperchen sollten nach den Behauptungen mehrerer Beobachter im normalen Schleime nicht vorkommen, allein wenn man den Auswurf aus der Mundhöhle, das normale schleimige Harnwölkchen oder feste Excremente sorgfältig untersucht, so wird man immer einzelne dieser Körperchen finden. Obgleich die Schleimkörperchen, die man wohl mit Recht für abortive Epithelialzellen ansieht, in morphologischer und selbst in mikrochemischer Hinsicht keine wesentlichen Unterscheidungsmerkmale von den Eiterkörperchen an sich tragen, so ist doch nicht in Abrede zu stellen, dass die normalen, nur sparsam vorkommenden Schleimkörperchen ebensowohl als die von einer katarrhalisch afficirten Schleimhaut abgesonderten Schleimkörperchen erst nach Behandlung mit Wasser oder Essigsäure den Kern erkennen lassen, dann aber einen einfach oder mehrfach gespaltenen. Der sogenannte blennorrhoïsche Schleim enthält wenig Epithelien und besteht fast nur aus Schleimkörperchen, die in einer mehr oder minder grossen Menge schleimiger Intercellularflüssigkeit suspendirt sind. Weder an dem Gesammtsecrete noch an dessen Zellen ist ein wesentlicher Unterschied von Eiter aufzufinden.

Bei sogenannten exsudativen oder croupösen Entzündungen der Schleimhäute findet man in dem ausgeworfenen Schleime, rühre er von Diphtheritis, Pneumonie, Dysenterie, Bright'scher Krankheit oder ähnlichen Affectionen der Schleimhäute her, Fibrincoagula, welche oft den Abdruck der Höhle oder des Canales bilden, dem sie entsprungen sind, häufig aber auch kleine fasrige, von Schleim- oder Eiterkörperchen durchsetzte fasrige Flocken darstellen. In solchen Fällen pflegen auch Blutkörperchen nicht zu fehlen.

Wenn die Entzündung der Schleimhaut vorüber ist, und das croupöse Exsudat nicht als solches aus dem Canale entfernt wird, pflegt es Veränderungen zu erleiden, welche beim gewöhnlichen Verlaufe des Processes zur Bildung von Eiterkörperchen, bei langsamer Resolution des Exsudats zur Bildung sg. *Entzündungskugeln*, Körnchenzellen und *Körnchenhaufen* Veranlassung geben. Dass die

Grössen und Formen dieser morphologischen Molecule höchst verschieden sind, lehrt die Histologie. Wir müssen aber hier noch besonders darauf aufmerksam machen, dass auch eine Art solcher Körchenzellen im Schleime und zwar vorzugsweise im Bronchialschleime gefunden wird, ohne dass eine croupöse Schleimhautentzündung vorangegangen ist. Solche finden sich nämlich in jenem zähen, dichten Schleime, der bei inveterirtem Bronchialkatarrh namentlich älterer Personen ausgeworfen wird. Neben den Körnchenzellen und Körnchenhaufen findet sich nur wenig Schleimsaft und selten noch andre morphologische Elemente; die Körnchen der Zellen sind gewöhnlich viel grösser, als die der gewöhnlichen Entzündungskugeln, und stark lichtbrechend, dem Nervenmarke ähnlich; sie gleichen in vieler Hinsicht den Corps granuleux der Milch. Neben diesen kommen concentrisch gestreifte Körperchen vor, welche oft die Grösse und Form der Stärkmehlkörnchen aus Kartoffelmehl haben und diesen überhaupt sehr ähneln; sie mögen wohl identisch sein mit den von *Henle*[1]) unter ähnlichen Verhältnissen gefundenen *Hassal'schen Körperchen*.

Bekannt ist, dass solche Sputa oft eine graue, wie angeruste Farbe haben; ja es sind in ihnen oft stahlgraue, sehr glänzende Flimmerchen mit blossen Augen zu erkennen; mit Nadel und Scalpell können diese Flimmerchen leicht isolirt werden; bringt man sie unter das Mikroskop, so bemerkt man nichts als eng aneinander gelagerte Körnchenzellen der eben beschriebenen Art, aber keine Spur von Pigmentmolecülen oder schwarz oder dunkel gefärbtem Massen. Es dünkt mir diese Erscheinung kaum anders erklärlich, als dass von den dicht gelagerten, das Licht stark refrangirenden Zellen alles Licht absorbirt wird, so wie auch viele Schwefelmetalle in Massen dem unbewaffneten Auge schwarz erscheinen, in feiner Vertheilung aber unter dem Mikroskop bei starker Vergrösserung stark lichtbrechenden Bläschen gleichen. Man hat die schwarze, rusige Färbung oft von Lampenrus oder fein vertheiltem vorher mit eingeathmetem Kohlenstaub abgeleitet; ich habe nie etwas dem ähnliches finden können, wage aber deshalb keineswegs in Abrede zu stellen, dass unter gewissen Verhältnissen, namentlich bei Kohlenarbeitern, Schmidten, Schlossern u. dergl., Kohlenstäubchen sich dem Bronchialschleime beimengen können. Manche der über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen streifen aber sehr ans Fabelhafte.

Freies Fett in Form von Bläschen oder höchst feinen Körnchen findet sich fast in aller Art von Schleim bald nur in Spuren, bald in grosser Menge vor.

Molecular- oder Elementarkörnchen fehlen selten im Schleimsafte, sind aber in grosser Menge besonders dann zu beobach-

1) *Henle*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 7. S. 411.

ten, wenn der Schleim einem ungesunden Boden entsprossen ist, bei Tuberculose, Krebs, hauptsächlich bei Typhus; in letzterm erscheinen die milchfarbnen Sputa unter dem Mikroskop wie von einem Schleier feinster Körnchen eingehüllt. Häufiger noch bemerkt man solche Körnchen im Darmschleime, da hier durch die Zersetzung der Albuminsubstanzen die Ausscheidung solcher Molecüle sehr gefördert wird.

Einzelne Darm- und Zellenbildungen verschiedener Form und Grösse (Valentin's Exsudatzellen u. dergl.) so wie ähnliche Elemente aus den solitären und conglomerirten Drüschen, die in den Schleimhäuten zu nisten pflegen, sind Körper, denen man in krankhaft abgesondertem Schleime oft begegnet.

Vibrionen, *mikroskopische Pilzbildungen* u. dergl. organisirte Theile sind nur als zufällige Vorkommnisse zu betrachten.

Unter den chemischen Bestandtheilen des Schleimes steht der eigentliche Schleimstoff, *Mucin*, obenan. Die Gegenwart dieses Stoffes ertheilt dem Schleime seine wesentlichsten Eigenschaften; leider hat man ihn, insoweit er Absonderungsproduct wirklicher Schleimhäute ist, noch nicht vollständig von den obenerwähnten morphotischen Stoffen trennen können, und noch weniger ist es gelungen, ihn rein und frei von andern chemischen organischen oder anorganischen Substanzen zu trennen. Zum Theil liegt hierin gewiss ein Grund, weshalb verschiedener Schleimsaft sich gegen einzelne Lösungsmittel und Reagentien oft sehr verschieden verhält.

Gewöhnlich hält man den Schleimstoff für eine in Wasser unlösliche, darin nur aufquellende und sich sehr fein vertheilende Substanz, zuweilen kommt jedoch ein Schleim vor, wie z. B. *Scherer*[1]) gefunden, der sich in Wasser wirklich auflöst und demnach durch Filtriren von den morphotischen Stoffen getrennt werden kann. Die Schleimflüssigkeit gerinnt in der Wärme nicht, ja sie wird sogar zuweilen dadurch dünnflüssiger und einer wahren Auflösung ähnlicher; durch Alkohol wird der Schleimstoff aus der Flüssigkeit in Flocken und Fäden niedergeschlagen, durch Behandlung quillt er aber wieder darin auf und nimmt seine frühern Eigenschaften an. Durch verdünnte Essigsäure wird er aus Flüssigkeiten in klebrige Flocken gefällt; bildete er eine gallertartige Masse, so wird er durch dieselbe Säure in weisse Fäden verwandelt; in überschüssiger verdünnter Säure sind Flocken und Fäden unlöslich, wohl aber werden sie durch concentrirtere Essigsäure, namentlich beim Erwärmen, aufgelöst.

1) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57. S. 196—201.

Ganz ähnlich verhalten sich Mineralsäuren; auch diese präcipitiren den Schleimstoff in verdünntem Zustande, lösen ihn aber, wenn man sie concentrirt anwendet, sehr leicht wieder auf. In verdünnten Alkalien löst sich derselbe leicht auf, schwerer dagegen in concentrirteren; aus den Lösungen der verdünnten Alkalien wird er durch Essigsäure in grösserer Menge gefällt, als aus seiner Auflösung in concentrirten; dies rührt nämlich daher, dass er in nicht allzu verdünnten Lösungen neutraler Alkalisalze wo nicht vollständig löslich, doch als Gallerte sehr fein vertheilbar ist; das essigsaure Kali verhindert also in solchen Fällen die vollständige Ausscheidung des Schleimstoffs in Flocken. Oft wird gallertartiger Schleim durch Wasser gleichsam coagulirt; er verdichtet sich und verliert die durchscheinende gallertartige Beschaffenheit; diess mag wohl daher rühren, dass ihm Alkali oder Alkalisalze, denen er seinen gallertartigen Aggregatzustand zum Theil verdankt, durch das Wasser entzogen werden. Blutlaugensalz fällt den Schleimstoff weder aus der alkalischen noch aus der sauren Lösung (wenn Schleim aus der essigsauren Lösung durch Blutlaugensalz gefällt wird, was nicht zu selten ist, so dürfte neben dem Schleimstoff wohl Albumin oder ein ähnlicher Proteïnkörper zugegen sein). Wird dagegen Schleim mit concentrirter Essigsäure gekocht, so wird er durch Kaliumeisencyanür sehr stark gefällt. Durch concentrirte heisse Salpetersäure wird er gelb gefärbt, durch Erwärmen mit Salzsäure an der Luft blau. Gerbsäure oder basisch essigsaures Bleioxyd geben aus der wässrigen, schwach alkalischen Schleimlösung bedeutende Niederschläge; geringe Trübungen dagegen nur Alaun, Chromsäure, Quecksilberchlorid, neutrales essigsaures Bleioxyd und andere Metallsalze.

Man hat mehrere Elementaranalysen des Schleims angestellt, allein insofern sie zugleich die Epithelien mit in sich begriffen, können sie natürlich keinen Aufschluss über die Zusammensetzung des Mucins geben; nur *Scherer* ist es gelungen, ein zur Elementaranalyse einigermassen geeignetes Präparat darzustellen; er fand in 3 Analysen durchschnittlich 52,1% Kohlenstoff, 6,97% Wasserstoff, 12,82% Stickstoff und demnach 28,11% Sauerstoff. Schwefel wurde nicht darin gefunden, wohl aber 4,114% weisser Asche, welche ausser ziemlich viel phosphorsaurem Kalk auch kohlensaure Alkalien enthielt.

Scherer erhielt den Schleim aus einem neugebildeten Sacke zwischen Trachea und Oesophagus (abnorm erweiterter bursa mucosa?); dieser wurde durch starke Verdünnung mit Wasser filtrirbar, so dass die morphotischen Stoffe ab-

geschieden werden konnten; aus der Lösung wurde der Schleimstoff wiederholt durch Alkohol gefällt, mit Alkohol und Aether ausgekocht u. s. w.

Der leicht zu bestätigenden Erfahrung *Jul. Vogel's*, dass der Schleim bei katarrhalicher Reizung der Schleimhaut alsbald einen grössern oder mindern Gehalt an Albumin zeigt, ist schon oben Erwähnung gethan worden. Es kommen aber Fälle vor, wo auch der normale Schleim eiweisshaltig ist; zählt man, wie man kaum anders kann, den mit Labsaft untermengten schleimigen Ueberzug des Magens zum Schleim, so haben wir hier einen Schleimsaft, welcher constant Albumin enthält (*Buchheim*[1]). Den Inhalt der *Naboth*'schen Bläschen sah ich beim Erhitzen sich trüben. In der Synovia der Gelenkbeutel fand *Tilanus* neben Schleimstoff stets Eiweiss; die schleimige Flüssigkeit der Colloïdcysten enthält nach den von *Virchow* und *Rokitansky* damit angestellten Reactionen bald mehr bald weniger Albumin.

Man hat auch noch eine eigenthümliche Substanz, das von *Güterbock* in manchem Eiter gefundene Pyin, als constanten Bestandtheil des Schleims ansehen wollen (*Eschholtz*[2]), ja dasselbe sogar für identisch mit dem Schleimstoff halten wollen: allein ein näherer Vergleich der Eigenschaften des beim Eiter zu beschreibenden Pyins mit denen des Mucins kann Jeden leicht von dem Irrigen dieser Behauptung überzeugen.

Fett ist im normalen Schleim nur in sehr geringer Menge enthalten, jedoch mit dem Auftreten von Albumin und grössern Mengen von Schleimkörperchen wird das Schleimhautsecret auch reicher an Fett. Im festen Rückstande des normalen Nasenschleims fand *Nasse*[3]) 6,25% eines halbfesten, gelblich weissen Fettes (während derselbe Schleim nur 4,448% feste Bestandtheile enthielt).

Auch der Schleim enthält seine in Wasser und in Alkohol löslichen Extractivstoffe; genauer sind diese nicht untersucht; durch Drüsensecrete, wie sie im Magen und Darmkanale sich dem Schleime beimengen, wird die Zahl dieser Stoffe zweifelsohne vermehrt; man hat daher häufig Darmsaft und Darmschleim völlig identificirt; allein die Begriffe des Schleimes und des auf die Darmschleimhaut sich ergiessenden Drüsensecrets sind dem Wesen nach streng aus einander zu halten; vom Darmsafte ist aber bereits oben S. 111—113 die Rede gewesen.

1) *Buchheim*, Dissert. inaug. Lips. 1845.

2) *Eschholtz*, Rust's Magazin. Bd. 10. S. 160.

3) *Nasse*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 29. S. 59 ff.

Unter den Extractivstoffen verbirgt sich auch die freie Säure, die man oft im Schleime findet; *Andral*[1]) behauptet, dass wahrer, reiner Schleim im gesunden Zustande stets sauer sei; diese Behauptung mag wahr sein, ist jedoch noch keineswegs erwiesen und dürfte auch schwer zu beweisen sein; denn da wir eben ganz reinen Schleim, der möglicher Weise ohne alle Reaction auf Pflanzenfarben ist, gar nicht kennen, so lässt sich von jedem alkalisch reagirenden Schleime behaupten, dass er diese Reaction Beimengungen verdanke, mögen diese reine Bluttranssudate oder besondere Drüsensecrete sein. Die Natur der freien Säure, welche sich z. B. im Secrete der Buccalschleimhaut, der Harnblasenschleimhaut zeigt, hat aus leicht begreiflichen Gründen noch nicht erforscht werden können.

Was den Gehalt des Schleims an Alkalien betrifft, so ist zuvörderst daran zu erinnern, dass ein nicht geringer Theil des Natrons an den eigentlichen Schleimstoff gebunden ist, wie *Berzelius* am Schleimstoffe des Nasenschleims und *Scherer* an dem des oben erwähnten abnorm erzeugten Schleimes gefunden haben; auch *Nasse* fand in der Asche normalen Nasenschleims neben kohlensaurem Kalk kohlensaures Alkali.

Besonders reich ist der Schleim an Chloralkalien; *Berzelius* fand im frischen Nasenschleim 0,56% Chloralkalien, *Nasse* im trocknen Rückstande ähnlichen aber zellenfreien Schleims = 13%.

In der Asche fand *Nasse* noch etwas schwefelsaures und phosphorsaures Alkali neben den Erdphosphaten.

Berzelius fand im Nasenschleime 6,63%, *Nasse* 4,448% und *Scherer* in dem erwähnten abnormen Schleime = 11,299% fester Bestandtheile. In 100 Th. festen Rückstands fand *Scherer* 7,6% Aschenbestandtheile.

Leider ist in diesen Analysen normalen Schleimes nicht auf das Verhältniss zwischen Kali und Natron Rücksicht genommen; die Ermittlung dieses Verhältnisses dürfte nicht unwichtig sein für Beantwortung der Frage, ob die Blutkörperchen, wie an der Bereitung der meisten andern Secrete, auch an der des Schleimes Theil haben, oder ob sich der letztere nur aus den Bestandtheilen des Blutplasmas bilde. Mir steht nur eine einzige Analyse dieser Art zu Gebote, welche allerdings in der Asche des Schleimes weit mehr Kali und weniger Natron ergab, als in der des Blutserums; allein da dieser Schleim von einem acuten Katarrh herrührte und sehr reich an jungen Zellen (Schleimkörperchen) war und auch einige Körnchenzellen enthielt, so ist hieraus nichts zu schliessen.

1) *Andral,* Compt. rend. T. 26. p. 650—657.

2) *Berzelius,* Lehrb. d. Chem. 4. Aufl. Bd. 9. S. 534.

Das analytische Verfahren bei Untersuchung des Schleimes würde sehr einfach sein, wenn nicht die Trennung des eigentlichen *Schleimstoffs* von den eingemengten *Zellenbildungen* in den meisten Fällen ganz unausführbar wäre. Nur zuweilen gelingt es, wie das Beispiel der *Scherer*'schen Untersuchung lehrt, durch Vermischung des Objectes mit sehr viel Wasser und wiederholtes Schütteln den Schleimstoff filtrirbar zu machen, so dass die morphotischen Elemente auf dem Filter gesammelt werden können. Sehr oft wird aber der Schleimstoff in Wasser nicht nur nicht zertheilt, sondern durch Wasser geradezu in einen scheinbar coagulirten Zustand übergeführt; diess ist namentlich bei katarrhalischem Bronchialschleim der Fall und hat darin seinen Grund, dass dem durch viel Alkalisalze stark aufgequollenen Schleimstoffe diese Salze entzogen werden und derselbe sich dadurch contrahirt. Ist der Schleimstoff nicht in Wasser löslich, so ist das einzige Mittel, ihn wenigstens ungefähr zu bestimmen, dieses: dass man das Object mit sehr verdünntem Ammoniak digerirt und filtrirt; leider geht dann der durch das Alkali gelöste Schleimstoff nur langsam durch das Filter, da die gallertartig aufgequollenen Epithelien dasselbe sehr leicht verstopfen. In vielen Fällen ist daher auch auf diese Weise eine Trennung des Schleimstoffs von den erwähnten Formelementen unmöglich. Ist es geglückt, die Epithelien durch Filtriren zu entfernen, so ist der Schleimstoff aus der neutralen oder schwach sauren Lösung durch Spiritus, aus der alkalischen durch verdünnte Essigsäure zu fällen, der Niederschlag ist alsdann zunächst mit heissem Spiritus auszuwaschen und nach dem Trocknen bei 120° noch einmal mit heissem Wasser, damit die in Spiritus unlöslichen organischen und mineralischen Substanzen entfernt werden. Die Auswaschwässer werden dann erst für sich stark concentrirt, und dann zugleich mit der vom Schleimstoffe abfiltrirten spirituösen Lösung verdunstet, deren Rückstand aber mit Aether, Alkohol und Wasser extrahirt.

Ist neben dem Schleimstoff noch *Albumin* zugegen, wie es fast immer der Fall ist bei grössern Mengen, wie solche der Untersuchung nur zugänglich sind: so wird dadurch die Analyse noch schwieriger. Ist der Schleimstoff unlöslich in Wasser, was niemals vollständig der Fall zu sein scheint, so sollte man die Trennung des löslichen Albumins von dem unlöslichen Schleimstoffe für sehr leicht ausführbar halten, allein diess ist keineswegs der Fall: denn der aufgequollene, gallertartig oder auch wie geronnen erscheinende Schleimstoff gibt das Albumin nur schwierig und äusserst langsam an Wasser ab; man

muss daher, um wenigstens einigermassen zum Zwecke zu gelangen, den Schleim wiederholt in Wasser vertheilen, denselben sich dann absetzen lassen und nur die klare Flüssigkeit auf das Filter geben; dieses muss so oft wiederholt werden, als die vom Filter ablaufende Flüssigkeit beim Erhitzen noch eine Opalescenz zeigt. Erst wenn sich keine solche mehr zeigt, würde der unlösliche, schleimige Rückstand auf das Filter zu bringen sein, weil er sonst dasselbe vor dem völligen Auslaugen des Albumins vollständig verstopft hätte. Das Albumin wird dann nach den gewöhnlichen Regeln bestimmt, während man noch eine Trennung des Schleimstoffs von den Epithelien durch verdünnte Alkalien versuchen kann.

Findet sich jene Substanz in dem Schleime, welche man *Pyin* genannt hat, oder überhaupt eine in der Hitze nicht gerinnbare, von Essigsäure fällbare, aber in deren Ueberschusse nicht wieder lösliche Substanz, so ist das Albumin, wenn die Flüssigkeit nicht alkalisch war, vorher durch Kochen zu fällen und zu bestimmen, und dann erst aus der filtrirten Flüssigkeit die pyinähnliche Substanz durch Essigsäure zu präcipitiren. War die Schleimflüssigkeit dagegen alkalisch, so fällt man vorher jene Substanz mit Essigsäure, laugt sie einige Zeit zur Lösung des etwa gefällten Albumins mit Essigsäure aus, neutralisirt die filtrirte Flüssigkeit vorsichtig mit Ammoniak und kocht die gewöhnlich schon durch das Ammoniak allein trüb gewordene Flüssigkeit.

Die quantitative Bestimmung der übrigen organischen und der mineralischen Bestandtheile des Schleims ist nach den oben an verschiedenen Orten gegebenen Regeln leicht auszuführen.

Ueber die Quantitäten des von verschiedenen Schleimhäuten abgesonderten Secrets lässt sich der Natur der Sache nach nichts genaues angeben; nur darauf dürfte, wie schon von *Valentin* irgendwo geschehen ist, aufmerksam zu machen sein, dass im normalen Zustande vieler Schleimhäute Aussonderung, d. h. die Abscheidung von der Schleimhautfläche äusserst gering, ja oft $= 0$ zu achten ist. Es ist nur die Folge besonderer oder allgemeinerer Reize, wenn von einer scheinbar gesunden Schleimhaut ersichtliche Mengen von Schleim abgesondert werden; ich halte daher dafür, dass man sich normalen Schleim in der zur chemischen Analyse nöthigen Menge nie von Lebenden verschaffen kann, sondern solchen nur erlangt durch Abschaben der Schleimhaut eben getödteter Thiere. Dass dieses ein höchst missliches Mittel ist, braucht wohl kaum erst noch bemerkt zu werden. Bei krankhafter Affection der Schleimhäute ist die normale Absonde-

rung als solche wohl nur selten rein excessiv, sondern es mischt sich dem Secrete entweder Transsudat oder Exsudat bei. Diess beweist ebensowohl die mikroskopisch-mechanische als die chemische Untersuchung krankhaft abgesonderten Schleimes.

Was die Entstehung des Schleimes betrifft, so ist schon im Eingange dieses Capitels darauf aufmerksam gemacht worden, dass der Sitz der Schleimbildung sich nicht in den sg. Schleimbälgen allein befinden kann; denn wir haben mehrerer Schleimhäute Erwähnung gethan, in denen keine solchen drüsigen Organe zu entdecken waren; ja es gewinnt einigen Thatsachen zufolge den Anschein, als ob die Schleimbildung durchaus nicht an einen bestimmten Ort, an ein bestimmtes Gewebe gebunden sei. Die Umwandlung der *Wharton*'schen Sulze in eine rücksichtlich ihrer physischen und chemischen Eigenschaften dem Schleime vollkommen gleichende Substanz, der allmälige Uebergang der colloiden Masse mancher Cysten in vollständigen Schleim, sein Vorkommen in manchen von serösen Häuten ausgehenden Exsudaten sind wenigstens Momente, welche für die Entstehung des Schleimes nicht ausser Acht zu lassen sind. *Tilanus* hat besonders hervorgehoben, dass an allen den Orten, wo wahrhafter Schleim sich vorfinde, constant auch Epithelialbildungen gefunden werden. Diese Erfahrung möchte zu der Annahme führen, dass die Schleimbildung an die Entwicklung gewisser Zellen gebunden sei und dass aus der Entstehung gewisser Formelemente gleichzeitig die Bildung des Schleimes resultire. Es sind in dieser Hinsicht zwei Ansichten möglich, die eine ist die: die Albuminate der Blutflüssigkeit zerfallen unter gewissen, wiewohl noch nicht ermittelten, Bedingungen in das Substrat der Epithelialzellen und in Schleim; letztrer könnte also in gewisser Hinsicht als Nebenproduct dieser Zellenbildung angesehen werden, so dass im Schleime sich Schleimsaft zu Epithelialzellen wie im ausgegohrnen Gährungsgemisch die spirituöse Flüssigkeit sich zu den Hefezellen verhielte. Die andre Ansicht, der sich mehrere Beobachtungen nach *Scherer* und *Virchow* [1]) zuneigen, würde dagegen in einem wenigstens theilweisen Zerfallen der Epithelialzellen die Entstehung des Schleimes suchen. Wer, wie *Frerichs*, die Umwandlung der Labzellen im Magensafte oder bei der Bereitung von künstlichem Magensaft mikroskopisch verfolgt hat, dem wird die allmälige Auflösung der Labzellen und ihre Metamorphose in eine schleimige Flüssigkeit vor Augen stehen.

1) *Scherer* und *Virchow*, Privatmittheilung.

Die Umwandlung von Zellen in schleimige Materie würde also wenigstens nicht ohne Analogie sein. *Scherer* und *Virchow* gehen aber noch weiter, und glauben, gestützt auf einige pathologisch- histologische Beobachtungen und chemische Versuche, dass gewisse colloïde oder zur Harnbildung geneigte Substanzen unter noch zu eruirenden Bedingungen auch ohne Zellenbildung in Schleim übergehen können, und halten daher die Schleimbildung zunächst für gebunden an die Existenz colloïder oder knorpelartiger Substanz. Dafür spricht einerseits das Fehlen von Epithelialbildungen in manchen schleimhaltigen Cysten, hauptsächlich aber die oft erwähnte Umwandlung der *Wharton*'schen Sulze in vollkommenen Schleim. Welcher von diesen beiden Hypothesen der Vorzug zu geben sei, darüber können, wie es uns scheint, nur noch genaue chemische Versuche Entscheidung geben. Leider ist aus den Elementaranalysen, welche *Scherer* mit einer einzigen Art Schleimsaft angestellt hat, um so weniger zu schliessen, da das Atomgewicht nicht bestimmt werden konnte und andrerseits eine genaue Analyse der Epithelialzellen, der colloïden Substanz u. dergl. noch gänzlich fehlt. Es steht zu hoffen, dass durch das Forschungstalent eines *Scherer* die Wissenschaft sehr bald die gediegensten Aufschlüsse auch über diesen so tief in die Physiologie eingreifenden Gegenstand erlangen wird.

Das Vorkommen des Schleimes lehrt deutlich genug, dass er vorzugsweise zum Schutze aller mit der Aussenwelt in Wechselwirkung stehenden Theile bestimmt ist (*Joh. Müller*).

Hautsecrete.

Obgleich in gewisser Hinsicht auch die Epidermis, die Nägel, Haare, Federn und Schuppen zu den Hautabsonderungen zu rechnen sind, so fallen diese Gegenstände doch schicklicher Weise dem nächsten Abschnitte, der histologischen Chemie, anheim; wir werden daher hier nur jene zwei bekannten Secrete der Haut in Betracht ziehen, nämlich die Hautsalbe und den Schweiss.

Die **Hautsalbe** wird von jenen unzähligen über die ganze Haut verbreiteten Talgdrüsen, folliculi sebacei, abgesondert, welche traubenförmig verästelte Drüschen bilden mit einem flaschen- oder birnförmigen Secretionsbläschen (Säckchen oder Acini) und sehr engem Halse. Wir erinnern hier nur an zwei, für unsre weitere Betrachtung der Hautsalbe nicht bedeutungslose, der Anatomie entlehnte Punkte: nämlich zuerst daran, dass diese Talgdrüsen immer im fettlosen Corium selbst liegen, sich aber, obgleich sie fettabsondernd sind, niemals bis in das fetthaltige Unterhautbindegewebe hinaberstrecken. Der zweite beachtenswerthe Punkt ist der, dass die grosse Mehrzahl dieser Drüsen um die Haarwurzeln herum gruppirt ist und dass ihre engen Mündungen geradezu in die Haarbälge ausgehen; nur an den kleinen Schaamlippen, an der Eichel und der innern Haut des Präputiums finden sich Talgdrüsen ohne gleichzeitige Gegenwart von Haaren; die Drüschen der letztgenannten Theile haben aber eine etwas andre Formation; die mehr rundlichen Acini derselben sind maulbeerförmig aggregirt. Noch möchten wir hier der *Meibom*'schen traubenförmigen Drüsen und der den Schweissdrüsen ähnlich gebildeten, knäuelförmig gewundenen, schlauchförmigen Ohrenschmalzdrüsen Erwähnung thun, da wir zugleich deren Secrete, in so weit sie bis jetzt chemischen Explorationen unterworfen worden sind, mit in Betracht ziehen wollen.

Obgleich die Secrete der genannten drüsigen Organe keineswegs etwa vollkommen gleiche Zusammensetzung haben, ja wahrscheinlicher Weise zum Theil sehr heterogene Bestandtheile enthalten, so stehen sie einander doch rücksichtlich mehrerer physischer und chemischer Verhältnisse wenigstens ebenso nahe, wie die oben behandelten Transsudate. Um so viel als möglich auch der vergleihencden Physiologie Rechnung zu tragen, werden wir noch beiläufig auf die Zusammensetzung des Castoreums Rücksicht nehmen, von welchem bekanntlich *E. H. Weber*[1]) nachgewiesen hat, dass es dem Wesen nach nichts weiter ist, als das Secret des zu zahllosen Falten ausgebreiteten Präputiums des Penis und der Clitoris des Bibers.

In allen diesen Secreten ohne Ausnahme findet sich ebenfalls eine grössere oder mindere Anzahl morphotischer Elemente. Alle jene Drüsenbläschen und Drüsenschläuche sind mit einem feinzelligen Epithelium ausgekleidet; man findet daher in allen jenen Secreten bei der mikroskopischen Untersuchung Epithelialzellen. Sehr oft trifft

1) *E. H. Weber*, Ber. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. 2. S. 185—200.

man aber mehr plattenförmiges Epithelium von der äussern Haut an, als kleinzelliges aus den Hautdrüschen.

In den meisten dieser Secrete, hauptsächlich aber und constant in denen der *Meibom*'schen und Ohrenschmalzdrüsen finden sich eigenthümliche, ovale, eckige oder rundliche Zellen von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{140}$''', welche neben einem blassen Kern mit Kernkörperchen kleine, dunkle, scharf contourirte Körnchen und einzelne deutliche Fetttröpfchen enthalten.

Wie die Schleimfollikel, so erzeugen auch die Talgdrüsen im Zustande entzündlicher Reizung solche primitive Zellen, die man Eiterzellen, Schleimkörperchen u. s. w. zu nennen pflegt. Dieselben findet man in geringerer Menge nach jeder selbst geringern Reizung der Haut und der betreffenden Follikel, besonders aber in den vollkommen eiterähnlichen Flüssigkeiten, welche abgesondert werden bei Entzündung des äussern Gehörgangs, der *Meibom*'schen Drüsen, beim Eicheltripper, bei Acne und ähnlichen Hautaffectionen, die ja bekanntlich ihren Sitz hauptsächlich in den Haarbalgdrüsen haben.

In dem normalen Secrete der Talgdrüsen ebensowohl als in den sg. Comedonen pflegen auch die von *G. Simon*[1]) beschriebenen *Milben*, Acarus folliculorum, zu nisten.

Eine eiweissartige Substanz ist in allen Secreten der oben genannten Drüsen enthalten; dieselbe lässt sich aber nicht gut im löslichen Zustande darstellen, da nach der Methode, nach welcher allein man diese talgartigen Massen analysiren kann, dieselbe stets in den unlöslichen Zustand versetzt wird; es lässt sich daher gar nicht entscheiden, ob sie ähnlicher dem Caseïn oder dem Albumin ist; als einen Proteïnkörper charakterisirt sie sich durch ihr Verhalten gegen Essigsäure und Blutlaugensalz, gegen concentrirte Salpetersäure, Salzsäure u. s w. *Esenbeck*[2]), welcher Gelegenheit hatte, die in einem sehr ausgedehnten Haarbalge enthaltene Masse zu untersuchen, fand in der trocknen Substanz 24,2% dieser eiweissartigen Materie, ich[3]) in der Vernix caseosa eines ziemlich ausgetragenen Fötus 4,0%, im Smegma präputii = 5,6%, in dem eines Pferdes = 2,9%, in der aus frischem Bibergeilbeutel entnommenen breiartigen Masse nach dem Trocknen = 2,4%, im canadischen Bibergeil 5,8%.

1) *G. Simon*, Müller's Archiv 1842.

2) *Esenbeck*, Gmelin's Handb. d. Ch. Bd. 2. S. 2155.

3) *Lehmann*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 2. S. 200—208.

Den Hauptbestandtheil jener Secrete machen die Fette und Lipoïde aus; *Esenbeck* fand in dem erwähnten Talgdrüsensecrete 26,2%, ich in der Vernix caseosa 47,5%, im Smegma präputii des Menschen (nach Operation mehrerer mit Phimose Behafteter gesammelt) 52,8%, in dem eines Pferdes 49,9%, im frischen Castoreum eines deutschen Bibers 7,4%, im russischen Castoreum 2,5% und im canadischen 8,249% Aetherextract.

Von *verseifbaren Fetten* findet sich eine nicht unbeträchtliche Menge Elaïn und Margarin im Aetherextracte, allein in keinem der von mir untersuchten Secrete, auch nicht im Ohrenschmalz, war eine Spur Butterfett oder freie Buttersäure nachzuweisen, wogegen letztre Säure, wie wir später sehen werden, von den Schweissdrüsen sehr häufig abgesondert wird.

An *Lipoïden* fand ich im Smegma präputii etwas Cholesterin, ausserdem aber noch einen dem Cholesterin sehr ähnlichen, aber nicht krystallisirbaren, in Aether und heissem Alkohol löslichen Körper; in dem Käseschleim war nur dieser letztre Stoff, aber kein Cholesterin nachzuweisen.

Phosphorhaltige, fettähnliche Körper wurden von mir weder in dem Käseschleime noch in dem Präputialsecrete aufgefunden.

Das alkoholische Extract jener Secrete besteht grösstentheils aus *margarinsaurem* und *ölsaurem Kali, Natron und Ammoniak;* buttersaures Alkali ist auch hier nicht zu entdecken; dagegen herrscht die Ammoniakseife im Präputialsecrete bedeutend vor.

Neben den Seifen ist in dem Alkoholextracte nur wenig organische, *nicht weiter bestimmbare Substanz* enthalten, wenn nicht zufällige oder dem besondern Secrete eigenthümliche Stoffe darin auftreten, über die wir weiter unten sprechen werden.

Berzelius[1]) erhielt aus dem *Ohrenschmalze* ein Fett, welches von weicher Consistenz war, weiss, undurchsichtig, leicht schmelzbar, ohne Reaction auf Lackmus, bei der Behandlung mit Kali eine höchst übelriechende Seife gab, die, mit Salzsäure versetzt, die Fettsäuren in Gestalt eines weissen Pulvers abschied; diese Säuren erhoben sich nur schwierig auf die Oberfläche der Salzlösung und schmolzen ungefähr bei 40°.

Das Fett der menschlichen Haare fand *Vauquelin* ölartig und gefärbt, zugleich schwefelhaltig.

Der fettige Schweiss, welcher die rohe Wolle umgibt, besteht nach

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 536.

Vauquelin[1]) vorzüglich aus einer Kaliseife; dagegen hat *Chevreul*[2]) in neuerer Zeit diesen Schweiss genauer untersucht, und darin zwei nicht verseifbare, schwefel- und stickstofffreie Fette gefunden, von denen das eine, *Stearerin* genannt, bei + 60° schmilzt, das andre, *Elaerin*, noch bei + 15° flüssig ist.

An *Alkoholextract* fand ich in der Vernix caseosa 15,0%, im Präputialsmegma des Menschen 7,4%, in dem des Pferdes 9,6%.

Die harzartigen in Alkohol löslichen Bestandtheile des Castoreums harren noch einer genauern und umsichtigern Untersuchung, als sie sich jetzt erfreuen können. Der Gehalt des Castoreums an solchen Stoffen ist höchst verschieden, im deutschen frischen fand ich 67,7%, im russischen geräucherten 64,3% und in einem canadischen 41,34%.

In allen jenen Secreten finden sich auch kleine Mengen nur in Wasser löslicher Materien, von denen die organischen nicht näher bestimmbar sind. Im Käseschleim fand ich an Wasserextract 3,3%, im Präputialsmegma des Menschen 6,1%, in dem des Pferdes 5,4%.

Was die indifferenten Menstrua von den fraglichen Secreten ungelöst lassen, besteht zum grossen Theil aus den oben erwähnten histologischen Gebilden, zu denen noch nachträglich Haare zu rechnen sind, wenigstens bezüglich der Vernix caseosa, die immer fast netzförmig von *Lanugo* durchzogen ist. Aus dieser Masse lässt sich die oben erwähnte eiweissartige Substanz ausziehen, die aber wohl wenigstens zum Theil den Zellen mit angehört.

Von Mineralstoffen finden sich nur wenig lösliche vor, namentlich etwas *Chlornatrium* und *Salmiak*, nebst *phosphorsaurem Natron-Ammoniak*. *Erdphosphate* kommen dagegen in nicht geringer Menge vor: in der Vernix caseosa meinen Analysen nach 6,5%, im Smegma präputii des Menschen 9,7%, in dem des Pferdes 5,4%.

Es geht aus dieser Zusammenstellung der wenigen Versuche, die mit solchen Secreten angestellt werden konnten, wenigstens so viel hervor, dass von den Talgdrüsen verschiedener Orte und verschiedenen Baues doch ziemlich ähnliche Producte abgesondert werden.

Dass Bestimmungen des Wassergehalts dieser Secrete zu nichts Sicherem führen können, ist wohl an sich ersichtlich; um aber nur eine ungefähre Idee von dieser Grösse zu erhalten, sei erwähnt, dass ich im Käseschleim 66,98% Wasser, *John Davy*[3]) 77,87% fand, dass aber in den Secreten der Talgdrüsen an der Luft lebender Wesen

1) *Vauquelin*, A. Gebler's Journ. Bd. 3. S. 437.
2) *Chevreul*, Comptes rend. 1840 prem. Ser. No. 16.
3) *John Davy*, Dubl. med. Press. V. 11. p. 234.

die Wassermenge wegen der steten Verdunstung bei weitem geringer, wiewohl je nach den äussern Verhältnissen sehr variabel sein wird.

Wir haben nun noch einiger Stoffe Erwähnung zu thun, welche entweder nur als zufällige Beimengungen oder als einzelnen Secreten eigenthümliche Bestandtheile zu betrachten sind. Unter diesen ist zuerst eine gallenähnliche Substanz zu nennen, welche ich im Präputialsecrete des Menschen, des Pferdes und des Bibers fand; da sie von mir weder im Käseschleime, noch im Ohrenschmalze, noch in der Augenbutter eines scrophulösen Kindes gefunden wurde, so scheint sie dem Secrete der haarlosen Talgdrüsen der Vorhaut und Eichel eigenthümlich zu sein. Sie wurde aus dem ätherischen Extracte durch Ausziehen mit Wasser erhalten und gab mit Schwefelsäure und Zucker die schönste Gallenreaction; Fett ist sie ihrer Löslichkeit nach sowie auch dem schnellen Eintreten jener Reaction zufolge durchaus nicht; ob sie aber mit irgend einem Zersetzungsproducte der Gallensäuren identisch ist, müssen erst fernere Untersuchungen lehren.

Der harzigen Bestandtheile des Castoreums ist schon oben Erwähnung gethan worden; es findet sich aber in demselben nach *Wöhler's* Entdeckung[1]) *Carbolsäure* oder *Phenyloxyd* (C_{12} H_6 O_2), erkennbar an der Bläuung eines mit Salzsäure (*Runge*) oder Salpetersäure (*Laurent*) getränkten Fichtenholzspänchens. Da die harzigen Bestandtheile des Castoreums mit denen des sg. Hyraceums (das meiner Untersuchung nach nur das eingetrocknete Darmdeject des Klippendachses sein kann) ausserordentlich übereinstimmen und in beiden Producten sich Phenylsäure vorfindet, so dürfte es dadurch wohl um so wahrscheinlicher werden, dass diese Substanzen nicht Producte der Gewebsmetamorphose oder einer eigenthümlichen Absonderung sind, sondern nur Derivate der mit der Nahrung dieser Thiere in den Darm gebrachten harzigen Stoffe.

Von *Saugier, Brandes, Batka, Riegel* wurde in dem Castoreum Benzoësäure nachgewiesen; nach einigen von mir mit dem Inhalte frischer Biberbeutel angestellten Versuche wird es wahrscheinlich, dass ursprünglich in dieser Substanz Hippursäure enthalten ist.

In dem Präputialsmegma eines Pferdes fand ich Benzoësäure.

Ob Harnsäure im Castoreum vorkomme, wie *Brandes* gefunden haben will, ist sehr zweifelhaft.

1) *Wöhler*, Ann. d. Ph. Bd. 49. S. 360 u. Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65. S. 342.

In den Secreten der Vorhaut pflanzenfressender Thiere ist wenig phosphorsaurer Kalk enthalten, anstatt dessen aber kohlensaurer Kalk, namentlich sehr viel im Castoreum (leicht erkennbar durch das Mikroskop an der bedeutenden Luftentwicklung, welche der in Aether, Alkohol und Wasser unlösliche Rückstand mit Essigsäure entwickelt und der bedeutenden Trübung der so erhaltenen Flüssigkeit durch oxalsaures Ammoniak).

Im frischen Castoreum sind schon mikroskopisch die bekannten Krystalle von schwefelsaurem Kalk zu erkennen, im Präputialsmegma des Pferdes die oktaëdrischen Formen oxalsauren Kalks. Beider Salze Gegenwart ist bekanntlich leicht durch wenige mikrochemische Versuche zu constatiren.

Das von mir analysirte Smegma präputii eines Pferdes war frisch schwarzgrau, weich und knetbar wie Wachs, etwas klebrig, beim Trocknen ward es hart, fast spröd und auf dem Bruche harzglänzend.

Was die verschiedenen Methoden betrifft, die auf die qualitative und quantitative Analyse der besprochenen Secrete anwendbar sind, so ist ausser den schon früher oft erwähnten allgemeinen Regeln und ausser dem, was so eben schon speciell über die Erkennung einzelner Materien berührt wurde, nur weniges noch zu bemerken.

Die oben erwähnte *eiweissartige Substanz* lässt sich nur ungefähr bestimmen, da sie aus dem Rückstande der mit Aether, Alkohol und Wasser behandelten Objecte nur durch Essigsäure extrahirt werden kann; diese Säure aber sicher den Zellengebilden des Rückstandes etwas albuminöse Materie, hauptsächlich aber Erdsalze entzieht. Ich bestimmte diese Materie so, dass ich den mit den indifferenten Menstruis extrahirten Rückstand trocknete und sein Gewicht ermittelte, darauf mehrere Stunden lang mit mässig verdünnter Essigsäure digerirte, aussüsste und nach dem Trocknen wieder wog; ich erhielt aus dem Gewichtsverluste die Summe der durch Essigsäure extrahirten Materien; die essigsaure Lösung ward verdunstet, deren Rückstand ohne Weiteres zur Bestimmung der Mineralstoffe eingeäschert und das Gewicht derselben abgezogen von dem Gewichtsverluste, den der Rückstand durch Essigsäure erlitten hatte: so erhielt man die Zahl der in dem Secrete enthaltenen albuminösen Substanz.

Rücksichtlich der *Carbolsäure* dürfte dem Obigen nur noch hinzuzufügen sein, dass ihre Gegenwart keineswegs so leicht nachzuweisen ist, als es der angeführten Reaction nach scheinen möchte; denn abgesehen von der höchst geringen Menge, in welcher sie im Casto-

reum vorkommt, kann die Anwendung von Fichten- oder Tannenholz neben Salzsäure leicht zu Täuschungen Veranlassung geben; denn durch letztre Säure werden Späne der genannten Hölzer beim Eintrocknen an der Sonne schon für sich bläulich grün gefärbt; es ist daher nöthig, vor Anwendung jener Reactionsmittel die Carbolsäure möglichst von den harzigen und fettigen Bestandtheilen des Bibergeils zu trennen, was bei der leichten Löslichkeit der Carbolsäure in Alkohol und Aether und ihrem hohen Siedepunkte (+ 187 ° C.) mit geringen Quantitäten gar nicht ausführbar ist.

Von den Erkennungs- und Trennungsweisen der *Lipoïde* und *Fette*, der *Hippursäure*, *Benzoësäure*, *Harnsäure*, *des oxalsauren Kalks* u. s. w. ist schon im Einzelnen unter der Lehre von den thierischen Substraten das Nöthige bemerkt worden.

Um die Menge der von den gesammten Talgdrüsen oder von einzelnen Gruppen derselben abgesonderten Hautsalbe zu beurtheilen, fehlt es noch ganz an einem Maassstabe; übrigens lehrt die tägliche Erfahrung, dass sie bei verschiedenen Individuen und unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen sehr verschieden sein muss.

In Betreff des Ursprunges der erwähnten Secrete dürfte für weitere Untersuchungen nur das zu beachten sein, dass das Fett der Talgdrüsen entweder unmittelbar aus dem Blute der diese umschlingenden Capillaren entlehnt oder aus andern Materien in den Zellen der Drüschen entstanden sein muss; denn es ist auffallend, dass fast alle diese Talgdrüsen in durchaus fettlosem Gewebe wurzeln; die Haartalgdrüsen dringen nicht bis in das fetthaltige Zellgewebe unter dem Corium; die Glans penis ist fast absolut fettfrei. Die verschieden lichtbrechenden Körnchen, Kügelchen und Bläschen in manchen Zellen, namentlich in denen des äussern Gehörgangs und in den Meibom'schen Drüsen, möchten, insofern sie häufig die leisesten Uebergänge zu einander zeigen, fast zu der Conjectur führen, dass in diesen Drüsen erst das diesen Secreten eigenthümliche Fett gebildet werde.

Die Hautsalbe ertheilt den Haaren und der Oberhaut einen fettigen Ueberzug; *Krause*[1]) hält sie vorzugsweise für bestimmt, die hygroskopische Beschaffenheit der Hornschicht der Epidermis und der Haare zu mindern und dadurch der zu jähen Verdunstung der Feuch-

1) *Krause*, Handwörterb. der Physiol. Bd. 2. S. 135.

tigkeit und der Austrocknung der tiefern Epidermisschicht und der Lederhaut entgegenzutreten.

Unter **Schweiss** verstehen wir nur die tropfbarflüssige Aussonderung der sg. Schweissdrüsen, ohne Rücksicht darauf, ob diese auch die Quellen der gasigen Hautausdünstung allein sind oder nicht. Die Schweissdrüschen sind bekanntlich fadenförmige, feine, einfache, unter einander nicht communicirende Schläuche, welche im fetthaltigen Unterhautbindegewebe mit blindem Ende entspringen, dort meist spiralförmig aufgewundne Knäuel bilden, die Lederhaut korkzieherförmig oder wenigstens geschlängelt, das Malpighi'sche Netz aber mehr geschlängelt durchdringen und endlich sich erheblich verengend in der Oberhaut münden. Die Schweissdrüsenschläuche sind immer mit einem Epithelium überzogen, welches aus rundlich oder oval-eckigen kernhaltigen Zellen besteht.

Der Schweiss, wie er sich auf der Haut eines Schwitzenden in Tropfen sammelt, ist bekanntlich eine farblose, sehr wässrige, etwas salzig schmeckende Flüssigkeit, die gewöhnlich einen eigenthümlichen, je nach den Hautflächen, denen sie entquollen ist, mehr oder minder intensiven Geruch verbreitet; in den meisten Fällen von schwach saurer Reaction; nur der unter den Achselhöhlen und an den Füssen sich ansammelnde wird öfter auch alkalisch gefunden.

Es ist sehr schwierig, sich einigermassen hinreichende Quantitäten von Schweiss für die chemische Untersuchung zu verschaffen. Man hat sich, um die Bestandtheile des Schweisses kennen zu lernen, von Schweiss durchtränkter Hemden bedient (*Thénard*) und diese mit verschiednen Lösungsmitteln extrahirt; allein diese Methode ist die wenigst taugliche, da hier sich dem Schweisse immer eine grössere oder geringere Menge der Hautsalbe beimischen wird; daher hat man gewöhnlich auch reine Schwämme benutzt, um die vorher gereinigte nachher aber wieder zum Schwitzen gebrachte Haut damit abzutrocknen; hier ist der eben angeregte Fehler zwar sehr verringert, aber nicht gänzlich vermieden; man findet wenigstens sehr viel Epidermidalschuppen darin, denen etwas Hautsalbe immer anhaftet. Am besten war jedenfalls noch das Verfahren von *Anselmino*[1]), der seinen Arm in einem Glascylinder möglichst luftdicht verschloss und auf diese Weise in 5 bis 6 Stunden ungefähr einen Esslöffel voll Schweissflüssigkeit sammeln konnte.

1) *Anselmino*, Tiedemann's Zeitschr. Bd. 2. S. 321—342.

Der Schweiss enthält nur sehr wenig feste Bestandtheile; *Anselmino*, dessen Verfahren gewiss noch das beste ist, um annähernd den zweifelsohne sehr variabeln Wassergehalt des Schweisses zu bestimmen, fand an festen, nicht verdunstenden Bestandtheilen 0,5 bis 1,25 %.

Als Hauptbestandtheil des Schweisses, d. h. derjenige, dessen Menge im Schweisse nach dem Wasser die grösste ist, stellt sich nach den Erfahrungen aller Beobachter das Chlornatrium heraus. Phosphorsaures Natron ist nicht im Schweisse gefunden worden, schwefelsaures nur selten (*Simon*[1]), dagegen ist besonders die Gegenwart von Ammoniaksalzen sehr hervorgehoben worden (*Berzelius*[2]); das Ammoniak ist nicht nur an Salzsäure, sondern auch an organische Säuren im Schweisse gebunden; ja im alkalischen Schweisse dürfte es als kohlensaures Ammoniak enthalten sein.

Erdphosphate und etwas Eisenoxyd werden im Schweisse constant gefunden, doch rühren diese wohl nur von den dem Untersuchungsobjecte beigemengten Epithelialzellen her; wohl nur der im Schweisse vermeintlich enthaltenen Milchsäure zu Liebe hat man angenommen, dass phosphorsaurer Kalk im Schweisse gelöst enthalten sei.

Sehr zweifelhaft musste es sein, ob das im Schweisse gefundene Fett wirklich den Schweissdrüsen entsprossen sei oder ob es nur von der Hautsalbe herrühre, welche dem Schweisse beigemengt sei. Das Fett des auf gewöhnliche Weise gesammelten Schweisses hat auch in der That ganz dieselben physischen und chemischen Eigenschaften, wie das Fett der Talgdrüsen, wie ich mich durch Untersuchung des sehr profusen Schweisses einer Wöchnerin überzeugte. *Krause*[3]) hat aber einen sehr schönen Versuch angestellt, welcher beweist, dass in der That auch die Schweissdrüschen selbst wahres Fett (neben Buttersäure u. s. w.) mit absondern. Bekanntlich besitzt die Haut der Handteller und Fusssohlen keine Talgdrüsen; *Krause* befreite daher die Vola manus durch Aether und Reiben von Fett und lose anhaftenden Epithelien, bedeckte einen Quadratzoll derselben mit einem Bäuschchen durch Aether entfetteten Filterpapiers; das letztre wurde auf der Hohlhand, gegen äussere Verunreinigung geschützt,

1) *Simon*, Handb. d. medic. Ch. Bd. 2. S. 326 –336.
2) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 390—397.
3) *Krause*, Handwörterb. der Physiol. Bd. 2. S. 146.

eine Nacht über befestigt gehalten; nachdem gegen Morgen ein gelinder Schweiss eingetreten war; wurde aus dem Papiere durch Aether ein Fett ausgezogen, welches neben Margarin noch eine ölige Materie enthielt und Seidenpapier deutlich durchscheinend machte.

Davon, dass Buttersäure im Schweisse vorkomme, kann man sich ziemlich leicht überzeugen, wenn man mit Schweiss stark durchtränkte Gewebsstücke: Strümpfe, Flanell und andre Stoffe, die unmittelbar auf dem Leibe getragen wurden, mit Spiritus auszieht und das Extract destillirt; das saure Destillat sättigt man mit Kali, verdunstet und zerlegt das Salz durch Schwefelsäure; es entwickelt dann den entschiedensten Geruch nach ranziger Butter; es gelang mir selbst das Barytsalz darzustellen; indessen erlaubte die geringe Menge unregelmässiger Krystalle nicht, dass unter dem Mikroskop aus der Form derselben mit Bestimmtheit buttersaurer Baryt diagnosticirt wurde. Darf man dem Geruche verschiedenen Schweisses nach urtheilen, so ist es sogar wahrscheinlich, dass auch die der Buttersäure verwandten Säuren, namentlich Capronsäure und Metacetonsäure, vorkommen; bei manchen Kranken, namentlich solchen, die mit acuten Exanthemen behaftet sind, tritt oft der Geruch nach letztgenannter Säure sehr auffallend hervor. *Anselmino* und *Simon* haben dem Geruche nach auch Essigsäure im Schweisse gefunden; da dieser Säure, wenn sie im Schweisse wirklich vorkommt, immer andre flüchtige Säuren dieser Gruppe beigemengt sind, so lässt sich durch die bekannten Reagentien auf Essigsäure nichts mit Bestimmtheit entscheiden; nur Versuche mit sehr grossen Mengen können über die für jetzt nicht unwahrscheinliche Existenz der Essigsäure im Schweisse zu einem entscheidenden Urtheil führen. *Berzelius* hält die freie Säure des Schweisses so wie die an Ammoniak gebundene für Milchsäure; doch hat *Berzelius* nicht mit solchen Mengen Schweiss gearbeitet, dass er sie mit der ihm gewohnten Schärfe hätte nachweisen können. Da die Hautsalbe meinen Untersuchungen nach selbst nach der Verseifung keine oder nur sehr wenig flüchtige Fettsäuren liefert, so können die erwähnten flüchtigen Säuren wohl nur dem Secrete der Schweissdrüsen angehören.

Die leidigen Extractivstoffe fehlen natürlich auch im Schweisse nicht; da der letztere so leicht zersetzbar ist, so wird es noch schwerer sein, sich über dessen extractförmige Körper Aufschluss zu verschaffen, als über die vieler andern thierischen Flüssigkeiten. Obgleich sich unter diesen Stoffen keine Materie erkennen lässt, welche die Eigenschaften eines Proteïnkörpers besässe, so muss doch eine

schwefelhaltige Materie im Schweisse enthalten sein; denn bewahrt man flüssigen Schweiss in einem verschlossenen Glase, so bildet er bei der sehr bald eintretenden Zersetzung nicht wenig Schwefelammonium.

Die Beobachtungen der Aerzte über die qualitativen und quantitativen Veränderungen, welche der Schweiss in Krankheiten erleidet, sind so unsicher, dass man sich wenigstens davor hüten muss, bereits Schlussfolgerungen auf sie zu bauen. Beobachtungen und Schlüsse, wie die, dass, da der Schweiss stark schwitzender Personen z. B. Rheumatischer und Arthritischer recht deutlich sauer reagirt (offenbar deshalb, weil der reichlich abgesonderte Schweiss durch Verdunstung concentrirter wird), Rheumatismus oder Arthritis auf einer Milchsäuredyskrasie oder einer milchsauren Diathese beruhe, dürfen wohl auch in der Medicin nicht mehr vorkommen.

Albumin will *Anselmino* im „kritischen" Schweisse einer Person gefunden haben, die an acutem Rheumatismus litt.

Harnstoff ist im Schweisse noch nicht nachgewiesen worden, könnte aber wohl darin enthalten sein in Zuständen, wo das Blut reicher an Harnstoff als gewöhnlich ist und die Schweissabsonderung besonders reichlich ist.

Wolf[1]) glaubt sich überzeugt zu haben, dass in dem auf der Stirn eines Steinkranken eingetrockneten Schweisse Harnsäure enthalten war.

Dass Farbstoffe zuweilen im Schweisse Kranker vorkommen, davon wird jeder Praktiker sich überzeugt haben; bei Icterischen nimmt die Leibwäsche, wenn sie stark schwitzen, zuweilen eine gelbe Farbe an. Blaue und rothe Pigmente will man auch im Schweisse beobachtet haben.

Dass mit der tropfbarflüssigen Absonderung der Schweissdrüsen zugleich auch Gase exhalirt werden und zwar *Kohlensäure* und *Stickstoff*, ist von *Milly*, *Jurine*, *Ingenhouss*, *Spallanzani*, *Abernethy*, *Barruel* und *Collard de Martigny*[2]) nachgewiesen worden. Nach letzterem Forscher ist das Verhältniss zwischen beiden Gasen sehr variabel; so soll in dem entwickelten Gase nach vegetabilischer Kost mehr Kohlensäure, nach animalischer mehr Stickstoff enthalten sein, nach *Abernethy* ist durchschnittlich in dem Gasgemenge etwas

1) *Wolf*, Diss. inaug. histens singul. cas. calculositatis. Tueb 1817.

2) *Collard de Martigny*, Journ. de Physiol. T. 11. p. 1.

mehr als zwei Dritttheile Kohlensäure und etwas weniger als ein Drittheil Stickstoff enthalten. Während des eigentlichen Schwitzens, z. B. nach starker Leibesbewegung, soll im Ganzen weniger Gas exhalirt werden.

Ueber die Untersuchungsmethode des Schweisses bedarf es kaum weiterer Angaben, da von der Bestimmung der einzelnen im Schweisse enthaltenen Stoffe schon an verschiedenen Orten die Rede gewesen ist; besonders beachtenswerth sind nur bei der Analyse des Schweisses die flüchtigen Substanzen, deren genauere Bestimmung nur durch sorgfältige Destillation zu erzielen ist. Andrerseits ist die leichte Zersetzbarkeit des Schweisses und eine etwa nachträgliche Ammoniakbildung zu berücksichtigen.

Ueber die absoluten Quantitäten von Stoffen, welche in bestimmten Zeiten von den Schweissdrüsen und der Haut im Allgemeinen ausgeschieden werden, sind zahlreiche und zwar sehr sorgfältige Untersuchungen angestellt worden. Auf jene Untersuchungen, welche seit *Sanctorius* bis *Scharling* die Hautausdünstung mit der Lungenausdünstung gleichzeitig betrafen und ihre Grösse in Summa bestimmten, werden wir erst beim Respirationsprocesse unsre Aufmerksamkeit lenken. *Cruikshank*, *Abernethy*, *Dalton* und *Anselmino* suchten auf verschiedene Weise die Grösse der Hautaussonderung zu berechnen, vorzüglich aber dadurch (wie *Anselmino*), dass die für einzelne Gliedmassen oder Hautflächen gefundene Perspirationsgrösse auf die ganze Oberfläche des menschlichen Körpers übertragen wurde: allein abgesehen davon, dass die übrigen Unterlagen der Rechnung meist auf sehr unsichern Voraussetzungen beruhen, so kann besonders auch auf den Hauptwerth, d. i. die Zahl der excernirten Materien, gewonnen unter der Perspiration sehr ungünstigen Verhältnissen, kein grosses Gewicht gelegt werden Der Schluss ex parte in totum dürfte wegen der ungleichen Vertheilung und ungleichen Ausbildung der Drüsen (z. B. unter den Achselhöhlen) hier weniger gestattet sein, als bei irgend einem andern Gegenstande; endlich muss aber die eingeschlossene Hautfläche ganz anders fungiren, als die freie mit der Atmosphäre communicirende.

Etwas näher der Wahrheit dürften die auf *Seguin's*[1]) ausserordentlich mühsame Versuche begründeten Berechnungen kommen, obwohl bei diesem die nicht flüchtigen Bestandtheile der Hautabsonderung

1) *Seguin,* Ann. de Chim. T. 90. p. 52—82 et 413—580.

gar nicht mit in Rechnung gebracht sind. *Seguin* gelangte dadurch zu absoluten Zahlen über die Grösse der durch die Haut respirirten Materien, dass er Wägungen seines Körpers in der Weise anstellte, dass er den Gewichtsverlust des Körpers bei freiem Athmen und Perspiriren in der Luft bestimmte und diesen dann mit dem Gewichtsverluste verglich, welchen der Körper erlitt, wenn die Perspiration in einer luftdichten Hülle zurückgehalten wurde. Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Menge der durch die Haut abgedunsteten Stoffe sich zu der Zahl der durch die Lungen ausgeschiedenen durchschnittlich wie 2 : 1 verhält, eine Proportion, zu der auch ziemlich die noch sorgfältiger ausgeführten Versuche von *Valentin* führen, wenn man sie, wie *Krause*[1]) diess thut, aus der auf 24 St. berechneten Summe der durch die Lunge exspirirten Mengen von Wasser und Kohlensäure und dem in gleichen Zeiten stattfindenden Gewichtsverluste durch Lungen- und Hautausdünstung ableitet. *Valentin*[2]) fand bei dreitägigen Wägungen, dass sein Körper durch die Haut- und Lungenausdünstung durchschnittlich in 24 St. = 1246,93 grm. verlor; aus seinen Messungen der exspirirten Quantitäten Wasser und Kohlensäure unter Rücksichtsnahme des inspirirten Sauerstoffs geht aber hervor, dass in gleicher Zeit *Valentin* durch die Lungen allein durchschnittlich einen Gewichtsverlust von 455,18 grm. erlitt, also war die Perspirationsgrösse für 24 St. = 791,75 grm., demnach die Proportion der perspirirten Stoffe zu den exspirirten annähernd = 9 : 5. *Valentin*[3]) findet es trotz dem, dass der angeführten Berechnung nach seine Versuche fast zu demselben Resultate, wie die *Seguin's* führen, ganz unmöglich, dass durch die Hautperspiration mehr Stoffe eliminirt würden, als durch die Lungenexhalation; allein mit *Krause* muss ich doch die angegebene Proportion für höchst wahrscheinlich halten. Es scheint mir nämlich, dass dem Athmungsprocesse seine vollkommene Dignität gewahrt wird, sobald man erwägt, dass der durch die Lungenexhalation entstandene Gewichtsverlust nur deshalb so gering ausfällt, weil dort Sauerstoff in grosser Menge aufgenommen wird, was bei der Perspiration nicht der Fall ist. Vergleicht man nämlich die in 24 St. durch die Lungen eliminirten Mengen Kohlenstoff und Wasserstoff mit dem Wasserstoff und Kohlenstoff (die ja nach ihre Oxydation grösstentheils dem durch die Lungen aufgenom-

1) *Krause*, a. a. O. S. 141.

2) *Valentin*, Lehrb. d. Physiol. d. M. Bd. 1. S. 714.

3) Ders., a. a. O. S. 582.

menen Sauerstoff verdankten), so stellt sich das Verhältniss bedeutend anders und zwar zu Gunsten der Lungenexhalation heraus; das Gewichtsverhältniss der Summe dieser Elemente in der Hautausdünstung ergiebt sich nämlich zu der der Lungenexhalation = 14 : 24. Daher dürfte wohl die Seguin'sche Proportion nichts so Auffallendes haben, dass an ihrer annähernden Richtigkeit zu zweifeln wäre.

Nach *Brunner* und *Valentin*[1]) wird stündlich ungefähr 10,4 grm. Kohlenstoff, nach *Vierordt* = 1,5 Wasserstoff unter der Form von Kohlensäure und Wasser exspirirt; wenn wir den von *Valentin* für die Perspiration gefundenen Werth, auf die Stunde = 51,95 grm., als bestehend aus 0,93 gr. Kohlensäure (nach *Abernethy*) 0,31 gr. Stickstoff und 50,71 gr. Wasser annehmen dürfen, so würden in einer Stunde durch die Haut 0,25 gr. Kohlenstoff. 0,92 grm. Stickstoff und 5,57 gr. Wasserstoff perspirirt werden. Die Ausscheidung sauerstoffloser Elemente durch die Lungen würde sich also zu der durch die Haut verhalten wie 11,9 : 6,75; dieses Verhältniss würde demnach ungefähr dem von 24 : 14 entsprechen. Stellt man die Mengen der von der Lunge exhalirten Oxyde mit denen der Hautausdünstung zusammen, so findet man, dass die Grösse der erstern fast vollkommen gleich ist der der letztern: denn von der Lunge werden in 1 St. 51,53 grm. Kohlensäure + Wasser exhalirt, von der Haut 51,95 grm. derselben Oxyde nebst Stickstoff.

Ueber die Quantitäten tropfbarflüssigen Schweisses, welche unter besondern Verhältnissen, z. B. bei starker Bewegung, nach Wassertrinken und Einwicklung in wollne Decken, im Dampfbade u. dergl. abgesondert werden, giebt es sehr wenige und der Natur der Sache nach sehr ungenaue Bestimmungen; wir erwähnen von den bezüglichen Beobachtungen nur die *Berthold's*[2]), da sie im Dampfbade, also unter Verhältnissen gemacht wurden, wo der ausgetretene Schweiss nicht abdunsten und auch von der Lunge schwerlich Wasser abgegeben werden konnte; *Berthold* fand an sich, nachdem er eine halbe Stunde im Dampfbade verweilt hatte, einen Gewichtsverlust von 1½ Pfund; da die durch die Lungen exhalirte Kohlensäure durch den inspirirten Sauerstoff ziemlich ersetzt wird, so würde man wohl annehmen können, dass ein Erwachsener im Dampfbade innerhalb einer Minute etwa 25 grm. Schweiss verliere.

Nach *Abernethy*[3]) werden binnen 24 St. von der Haut eines Erwachsenen ungefähr 412 grm. Cubikzoll Kohlensäure exhalirt.

Krause berechnet, dass von einem Erwachsenen binnen 24 St.

1) *Brunner* und *Valentin*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 2. S. 373—417.
2) *Berthold*, Müller's Arch. 1838.
3) *Abernethy*, Chir. u. phys. Versuche übers. v. Brandis. Leipz. 1795.

791,5 grm. Wasser, 7,98 grm. organischer und flüchtiger Materien und 2,66 grm. Mineralsubstanzen durch den Schweiss excernirt werden.

Rücksichtlich der Quellen der Hautausdünstung waren die Ansichten der Physiologen lange getheilt, da einige allen Hautdunst und Schweiss nur von den Schweissdrüsen ableiteten, andre aber auch der Epidermis eine Permeabilität für elastisch flüssige Stoffe vindicirten. So weit dieser Gegenstand vor unser Forum gehört, werden wir ihn erst bei Untersuchung des mechanischen Stoffwechsels berücksichtigen.

Die Wichtigkeit der Hautausdünstung tritt Laien und Aerzten so klar vor Augen, dass man glauben sollte, die Zwecke derselben seien leicht zu erklären, und doch sind wir höchstens im Stande, Hypothesen darüber aufzustellen. Unzweifelhaft zwar, aber minder erheblich ist der Zweck der Hautausdünstung, die Temperatur des thierischen Körpers zu reguliren. Obgleich physikalische Gesetze und physiologische Erfahrungen vollkommen für diese Function der Hautausdünstung sprechen, so wird sie doch im Allgemeinen wohl etwas überschätzt, da einerseits die äussere Temperatur doch fast immer unter der Temperatur des Körpers ist und es daher nicht erst der Verdunstung tropfbarer Flüssigkeiten bedarf, um den Organismus von der Peripherie her abzukühlen, und da andrerseits die Thätigkeit der Lungen, durch welche fast unmittelbar das Blut abgekühlt wird, jenen Zweck in viel höherm Grade erfüllt. Gewöhnlich hält man dafür, dass durch die Ausdünstung gewisse Stoffe entfernt werden, deren Zurückhaltung bei Unterdrückung des Schweisses verschiedene krankhafte Zustände hervorzurufen im Stande sein solle. Der nüchternste Beobachter kann den oft äusserst nachtheiligen Einfluss selbst nur partieller Unterdrückung der Ausdünstung nicht in Abrede stellen, und dennoch gibt die immerhin unvollkommene Analyse der chemischen Bestandtheile, welche die Haut absondert, nicht nur keinen Aufschluss, sondern sie könnte vielleicht zu den Glauben verleiten, dass namentlich durch die Nieren diese Funktion der Haut vollkommen ersetzt werden könne; denn die Bestandtheile des Schweisses sind ja sämmtlich im Harne enthalten. Man würde aber offenbar zu viel schliessen, wollte man nach den Untersuchungen der Chemiker der Hautausdünstung eine geringere Bedeutung zuschreiben. Lassen sich auch einzelne Symptomengruppen unmittelbar von der durch die jähe Abkühlung bedingten Affection der peripherischen Nerven ableiten, so ist der Com-

plex der Folgeerscheinungen doch der Art, dass man unwillkührlich dazu geleitet wird, an die Retention gewisser deleterer Stoffe zu denken. Bei der Unvollkommenheit der zoochemischen Analyse rücksichtlich der flüchtigen, riechenden Stoffe kann man wohl glauben, dass jene Riechstoffe, welche im Schweisse stets mehr oder weniger hervortreten, in der Blutmetamorphose ebensowohl als in den Functionen einzelner Organe bestimmte Veränderungen hervorbringen, die unter verschiedenen Formen sich in den Erkältungskrankheiten kund geben; bringen doch viele aus der Arzneimittellehre und Toxicologie bekannte flüchtige Stoffe auch schon in höchst geringen Mengen, wenn sie in die Säftemasse gelangen, die drohendsten krankhaften Erscheinungen hervor. In keiner Ausscheidung, selbst nicht in der so analogen Lungenexhalation, finden sich so verschiedene und so penetrante eigenthümliche Riechstoffe, als in der Hautausdünstung; in den Körper aufgenommene, stark riechende Materien, z. B. Copaivabalsamöl, Moschus, Aether, die bei Sectionen sich verbreitenden Miasmen werden nicht blos mit den Flatus und der Lungenexhalation ausgeschieden, sondern in der That auch durch die Hautausdünstung. Es gewinnt also den Anschein, als ob die Haut gleich den meisten andern Organen der Abscheidung gewisser ihr vorzugsweise eigenthümlicher Stoffe vorstände und dadurch einen ihr speciell zugewiesenen Zweck im Haushalte des thierischen Organismus erfüllte.

Consequenter Weise sollten wir hier einen Abschnitt über die Lungenexhalation folgen lassen, allein die positiven Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über die Lungenexhalation hängen so innig mit den den Respirationsprocess betreffenden Untersuchungen zusammen, dass wir weitläufig oder unklar zu werden befürchten müssten, wollten wir der Systematik zu Liebe die von einer einheitlichen Idee geleiteten Untersuchungen keck auseinander reissen.

Harn.

Wenn Physiologie und Medicin von irgend einem Theile der Zoochemie bündige Aufschlüsse über die vegetativen Processe im gesunden und kranken Thierkörper erwarten durften, so war es gewiss der Harn. Denn wenn die physikalischen Eigenschaften und Verände-

rungen des Harns unter verschiedenen Bedingungen schon im Alterthume die Aufmerksamkeit der Weisen auf sich gezogen und zur Erkenntniss einer Anzahl zwar unerklärlicher aber bedeutungsvoller Thatsachen geführt hatten: so musste auch nach dem Wiederaufleben wissenschaftlicher Forschung dieser Gegenstand einer genauern Untersuchung am zugänglichsten sein. Dazu kam, dass die Leichtigkeit, mit welcher das Material zu solchen Untersuchungen erlangt werden konnte, die Bestrebungen der Forscher mehr unterstützte, als bei den meisten Objecten der Naturwissenschaft der Fall ist. Es konnte daher kaum anders kommen, als dass die ersten Forscher, welche in der neuen Zeit ihre Beobachtungen auf thierische Erscheinungen richteten, vorzugsweise über diesen Gegenstand Licht zu verbreiten suchten. Männer, die in allen Theilen der Wissenschaft jenes Zeitalters glänzten, *van Helmont*, ein *Boerhave* und Andere stellten schon werthvolle Versuche mit dem Harne an; Männer, welche die neuere Chemie mit gründen halfen, lieferten schon ziemlich ausführliche Analysen dieser sehr zusammengesetzten Flüssigkeit, wir nennen von diesen nur *Cruikshank*, *Fourcroy* und *Vauquelin;* im Anfange unsers Jahrhunderts war eine der ersten Arbeiten des jungen *Berzelius* eine Analyse des Harns, die selbst nach fünf Decennien noch als Norm für die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit so wie für das analytische Verfahren gelten kann. Die Forscher der Neuzeit haben sich mit all dem Eifer und Enthusiasmus, den eine neuentstehende oder wiedererstandene Wissenschaft erregt, auf die chemische Untersuchung des Harns geworfen; die neuere Literatur ist daher überreich an Arbeiten, welche diesen Gegenstand betreffen; es fehlt ebensowenig an systematisch durchgeführten, von physiologischen oder pathologischen Gesichtspunkten aus eingeleiteten Untersuchungen, als etwa ein Mangel an Einzelanalysen zu bemerken wäre, die nur von rein chemischem Standpunkte aus oder auch nur zu diagnostischen Einzelzwecken angestellt worden sind. Es liegt vielmehr ein solches Material vor uns aufgethürmt, dass man, der trägen Masse nach zu urtheilen, glauben sollte, die Lehre vom Harn sei der vollendetste Theil der physiologischen Chemie. In wie weit dieser Glaube gerechtfertigt sein mag, das überlassen wir Jedem nach dem Folgenden selbst zu beurtheilen.

Kaum bedarf es der Erwähnung, dass der Harn vom physiologischen Standpunkte aus zu betrachten ist als eine vom thierischen Organismus durch bestimmte Organe, die Nieren, ausgeschiedene Flüssigkeit, welche gewisse entweder bei der thierischen Stoffmetamor-

phose unbrauchbar gewordene oder dem Thierkörper zugeführte, den thierischen Functionen aber unzuträgliche, auflösliche, stickstoffhaltige und salzige Stoffe enthält.

Fassen wir zunächst den normalen, menschlichen Harn ins Auge, so zeigt sich derselbe im frischen Zustande von licht- oder dunkelbernsteingelber Farbe und bitterlich salzigem Geschmacke; frisch gelassen, wo er noch die Temperatur des thierischen Körpers hat und vollkommen klar und durchsichtig ist, riecht er eigenthümlich, schwach aromatisch; er ist immer etwas schwerer als Wasser; doch steigt seine Dichtigkeit nie über 1,03 (d. h. im normalen Zustande); er röthet Lackmuspapier deutlich, jedoch bald mehr bald weniger stark. Beim Aufbewahren des Harns in reinen Gefässen zersetzt er sich, besonders wenn er nicht allzuwenig feste Bestandtheile enthält, keineswegs so leicht, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist. Kurz nach dem Erkalten pflegt sich, wenigstens im concentrirteren Harne, wenn solcher längere Zeit in der Harnblase verweilt hat, also z. B. im Morgenharn, ein leichtes Wölkchen zu bilden, welches sich allmählig zu Boden senkt. Bei längerem Stehen in mittlerer Temperatur nimmt allmählig seine saure Reaction zu und es scheiden sich, namentlich in dem schleimigen Sedimente und an den Wänden des Gefässes, gelbrothe, schon mit blossen Augen erkennbare Krystalle ab. In diesem Zustande kann der Harn oft wochenlang verweilen ohne weitere Zersetzung. War der Harn aber sehr verdünnt, stieg die Temperatur über das gewöhnliche Mittel, so tritt sehr bald anstatt der sauren Gährung eine andre ein. Der Harn bedeckt sich zunächst mit einem dünnen, fettglänzenden und oft irisirenden Häutchen, von welchem Bruchstücke sich allmählig zu Boden senken; dem schleimigen Sedimente mischen sich schmutzig gelbweisse Flocken bei, die Farbe des Harns verblasst, seine Reaction wird alkalisch, er beginnt einen widrig ammoniakalischen Geruch zu entwickeln; an die Stelle der rothgelben Krystalle sind weisse Kernchen getreten, und diesen haben sich farblose, stark lichtbrechende, prismatische Krystallchen beigesellt.

Der Harn der fleischfressenden Säugethiere unterscheidet sich wenig von dem des Menschen; er ist vollkommen klar und meist von viel lichterer, fast strohgelber Farbe und röthet Lackmuspapier stark; dagegen ist der Harn pflanzenfressender Thiere gewöhnlich trüb, wo nicht stark sedimentirend, von schmutziggelber Farbe, widrig süsslichem Geruche und alkalischer Reaction.

Der Harn der Vögel und Amphibien, also derjenigen Thiere, bei denen die Ausführungsgänge der Nieren in das Rectum münden, ist frisch entleert gallertartig, halbflüssig, durchscheinend, trocknet aber an der Luft sehr bald zu weissen, käseartig bröcklichen Massen aus.

An morphotischen Bestandtheilen enthält der normale Harn weniger, als irgend eine andre thierische Flüssigkeit, doch pflegt das oft ganz eigenthümlich geformte Plattenepithelium der Harnwege, namentlich der Harnblase, niemals gänzlich zu fehlen; auf die verschiedenen Formen des Harnblasenepitheliums, welches zuweilen dreizackigen Klammern gleicht, zwischen denen die gewöhnlichern Formen von Pflasterepithelium eingeschlossen sind, hat hauptsächlich *Virchow* aufmerksam gemacht; das Erscheinen solcher Zellen im Harn ist nur selten; sie werden noch zusammenhängend im Harn nur gefunden, wenn eine reichliche Abschilferung des Epitheliums der Harnwege stattfindet, z. B. öfter nach Scarlatina, seltner nach Erysipelas.

In dem schleimigen Sedimente normalen Harns findet man bei aufmerksamen Suchen durch das Mikroskop auch einzelne, wohlgebildete Schleimkörperchen mit einfachem linsenförmigen Kern; eine Vermehrung derselben tritt oft schon bei leichteren Reizungen der Blasenschleimhaut ein, noch mehr aber bei Blasenkatarrhen und Pyelitis, wo der Harn oft ein bedeutendes, scheinbar eitriges Sediment absetzt. Bei Gonorrhöen pflegen die der Urethra entsprossenen Schleimkörperchen sich von denen der Harnblase und übrigen Harnwege durch ihre Grösse und ihr glashelles, wenig granulirtes Ansehn zu unterscheiden.

Unter den mikroskopisch erkennbaren Molecülen krankhaften Harns haben seit *Nasse's*[1]), *Henle's*[2]) und *Simon's*[3]) Untersuchungen besonders die schlauchförmigen oder cylindrischen Körper die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen; will man dieselben ihrer Textur nach unterscheiden, so lassen sie sich in drei verschiedene Arten eintheilen, nämlich erstens solche Schläuche, welche aus dem Epithelialüberzuge der Bellini'schen Röhrchen selbst zu bestehen scheinen; diese bilden ziemlich regelmässige Schläuche, an welchen die kleinen Zellen und Zellenkerne fast honigwabenförmig

1) *Nasse,* Correspondenzbl. rh. u. westph. Aerzte. 1843. S. 121.
2) *Henle,* Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 1. S. 60. u. 68.
3) *Simon, Müller's* Arch. 1843. S. 26.

gruppirt erscheinen; solche Cylinder finden sich gewöhnlich nur im Desquamationsstadium acuter Exantheme und im Beginne jeder entzündlichen Reizung der Nieren. Die zweite Art solcher Cylinder besteht aus frischem Exsudat, welches, in den Bellini'schen Röhrchen gebildet, deren Form beibehalten hat; es sind cylindrische granulirte Stücken, welche Blutkörperchen und Eiterkörperchen eingeschlossen enthalten, ihrer Grundmasse nach aber aus Faserstoff bestehen, wenigstens löst sich diese in Alkalien ziemlich leicht auf, während die eingeschlossenen Blutkörperchen und Eiterkörperchen theils zerstört theils in der Flüssigkeit vertheilt werden; da sie demnach wahrhaft croupöse Exsudate sind, so werden sie bei allen den entzündlichen Nierenleiden vorkommen, die man als acute Form der Bright'schen Krankheit zu betrachten pflegt. Noch macht sich aber oft auch eine dritte Form solcher Schläuche bemerkbar; dieselben bilden hohle Cylinder mit so hyalinen Wänden, dass sie unter dem Mikroskop ziemlich schwer und am leichtesten noch durch Benutzung der Blendung zu entdecken sind; sie sind häufig zusammengefallen, bilden Falten und scheinen manchmal wie um ihre Achse gewunden; dieselben kommen gewöhnlich nur vereinzelt in den chronischen Formen der Bright'schen Krankheit, namentlich bei ausgebildeter Fettniere vor; unter Anwendung von Kali verschwinden sie mit Zurücklassung einer feinen, granulösen Materie; hie und da bemerkt man in ihnen eine Epithelialzelle oder ein Rudiment derselben; ich kann diese Art von Schläuchen kaum für etwas Andres halten, als für die Membrana propria der Harnkanälchen; durch Essigsäure verschwinden sie dem Auge, ob sie aber wirklich gelöst werden oder nur aufquellen und dadurch gleiche lichtbrechende Kraft wie das umgebende Medium erlangen, habe ich trotz Auswaschens mit Wasser oder Neutralisation der Säure nicht entscheiden können. Mit den vorerwähnten croupösen Faserstoffcylindern sind sie nicht zu verwechseln.

S p e r m a t o z o ï d e n finden sich im Harn gewöhnlich nach Pollutionen oder Ausübung des Coitus; auch sollen sie im Harne bei der wohl etwas selten vorkommenden Spermatorrhöe gefunden werden. Im Harn Typhöser findet man sie nicht selten; doch ist in solchen Fällen wohl eine Erection mit Saamenergiessung vorhergegangen; ja sie scheinen in dieser Krankheit zuweilen aus der Urethra in die Blase zu wandern; denn nach dem Tode Typhöser entdeckt man solche zuweilen auf der Blasenschleimhaut.

Längliche S c h l e i m p f r o p f e n, die unter dem Mikroskope aus

eng aneinander reihenweise gelagerten Schleimkörperchen zusammengesetzt sich zeigen, findet man oft nach Gonorrhöe und beim sg. Goutte militaire.

Blutkörperchen werden sehr häufig gefunden; die Quelle derselben kann natürlicher Weise sehr verschieden sein; in geringern Mengen kommen sie bei Entzündungen der Nieren und Harnwege vor, besonders aber bei Bright'scher Krankheit, wo sie fast in allen Stadien derselben gefunden werden; ist der Harn sauer, so erhalten sich die Blutzellen lange Zeit unversehrt, höchstens werden sie etwas gezackt; gewöhnlich sind sie etwas aufgequollen und nähern sich der sphärischen Form, meist etwas blasser als im gewöhnlichen Zustande, dabei aber noch scharf contourirt. Der Salzgehalt des Harns ist wohl die Ursache, dass man sie nie rollenförmig an einander gereiht findet.

Faserstoff in grössern Klumpen findet sich im Harn nur bei heftigern Entzündungen der Nieren oder Harnwege, dann aber immer auch Blutkörperchen.

Wird der Harn nicht ganz frisch untersucht, so findet man oft noch gewisse organisirte Materien, die den Vegetabilien oder den Infusorien beizuzählen sind. Im sauren Harn entwickeln sich allmälig, und zwar vorzugsweise in dem schleimigen Sedimente, und wie es den Anschein hat, auch aus diesem selbst, mikroskopische Fadenpilze, sehr ähnlich der Mykoderma cerevisiae; sie sind nur erheblich kleiner als diese ($^1/_{280}$ bis $^1/_{330}$'''), mehr sphärisch als oblong, haben einen deutlichen excentrischen, runden Kern und scheinen sich ganz in derselben Weise, wie die Hefenpilze zu entwickeln; wenn der Harn anfängt, seine saure Reaction zu verlieren, finden sie sich auch an der Oberfläche desselben und scheinen zur Bildung der dann gewöhnlich bemerkbaren Häutchen beizutragen. Erst wenn der Harn alkalisch zu werden anfängt, entsehen complicirtere, vegetabilische Organismen; man findet dann zahlreiche Confervenfäden mit und ohne Sporen, die oft ein dichtes Gewirr bilden, dessen einzelne Fäden selbst bei schwachen Vergrösserungen gewöhnlich über das ganze Sehfeld hinweggehen.

Im alkalisch gewordenen Harne sind immer Infusorien zu erkennen, hauptsächlich die gewöhnlichen, faden- oder stäbchenförmigen *Vibrionen* (*Vibrio lineola?*), aber auch punktförmige, bewegliche Molecüle, die *Höfle*[1]) für *Monas termo* Ehrenb. hält.

1) *Höfle*, Chem. u. Mikr. Nachträge. S. 159.

Dass *Heller* auch die *Sarcina ventriculi Goods.* im Harn einmal gefunden zu haben scheint, ist oben S. 128 erwähnt.

Wir gehen zu den nicht organischen Bildungen chemischer Stoffe über, die sich im Harn vorfinden, und, wenn sie in grösserer Menge vorkommen, die sogenannten Harnsedimente darstellen; unter diesen steht das gewöhnliche amorphe harnsaure Natron oben an, von welchem im 1. Th. S. 219—221 ausführlich gesprochen worden ist. Es ist ebendaselbst erwähnt worden, dass die dunkeln, kuglichen, mit feinen Nadeln besetzten Molecüle harnsauren Ammoniaks nur in alkalisch gewordenem Harne vorkommen.

Die prismatischen Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak finden sich nur in neutralem oder alkalischem Harne; von ihnen ist ebenfalls bereits im 1. Th. (S. 435) die Rede gewesen.

Die oktaëdrischen Krystalle oxalsauren Kalks, die im normalen Harne in geringerer Menge, bei gewissen krankhaften Zuständen aber in grösserer Menge gefunden werden, sind ebenfalls schon Th. 1. S. 47—50 beschrieben worden.

Zu den seltenern spontanen Niederschlägen krankhaften Harns gehören die Krystalle des Th. 1. S. 181—85 beschriebenen Cystins.

Unter den chemischen Bestandtheilen des Harns steht der Harnstoff oben an und zwar ebensowohl deshalb, weil er an Menge alle übrigen festen Bestandtheile des Harns übertrifft, als auch wegen der bedeutenden Rollen, die er unter den Trümmern der thierischen Stoffmetamorphose in physiologischer sowohl als chemischer Hinsicht spielt. Alle diese Beziehungen sind bereits im 1. Th. S. 159 bis 174 ausführlich in Betracht gezogen worden.

Von dem Vorkommen der Harnsäure im Harn gilt vollkommen dasselbe (Th. 1. S. 205—226).

Dass Hippursäure auch als normaler Bestandtheil des menschlichen Harns zu betrachten ist, wurde bei der (Th. 1. S. 194—205 befindlichen) Beschreibung des chemischen und physiologischen Verhaltens dieser Säure mit erwähnt.

Liebig's Entdeckung, dass die in der Fleischflüssigkeit enthaltenen, stickstoffhaltigen, krystallisirbaren Körper: Kreatin und Kreatinin, auch im Harne vorkommen, veranlasste uns im 1. Th. (S. 139 bis 146) näher auf diese Stoffe einzugehen.

Ueber die wechselnde Gegenwart und Abwesenheit von Milch-

säure und milchsauren Salzen haben wir uns ebenfalls bereits Th. 1. S. 104 ausgesprochen.

Die leidigen Extractivstoffe und Farbstoffe des Harns haben wir Th. 1. S. 325—329 in möglichster Kürze behandelt; wir würden hier durch Aufzählung der zahlreichen, resultatlosen Versuche, die über dieselben angestellt worden sind, nur in Verwirrung zu gerathen fürchten und schweigen darüber in der Erwartung, dass wir bald von einem tüchtigen Forscher wahrhaft wissenschaftliche Aufschlüsse darüber erhalten werden. Doch können wir eine in diesen Extractivstoffen verborgene Materie nicht ganz unberührt lassen, auf welche die Aufmerksamkeit der Chemiker durch *Scharling*[1]) gelenkt wurde. Diese Materie ist im ätherischen Extracte des Harns enthalten, daselbst aber gemengt mit Farbstoff und einer fettigen Materie und flüchtigen Fettsäuren. Leider ist es nicht gelungen, diese Materie im völlig reinen Zustande zu erhalten und genauer zu studiren. Der fragliche Körper, von *Scharling* Omichmyloxyd genannt, ist harzähnlich, schmilzt schon in kochendem Wasser zu einem gelblichen Oele, löst sich in Alkohol, Aether und Alkalien auf; ob die saure Reaction von einer anhängenden Säure abhängt oder dem Omichmyloxyd angehört, muss zur Zeit noch unentschieden bleiben; trocken riecht er nach Castoreum, feucht aber mehr urinös, mit etwas Terpentinöl versetzt veilchenartig; beim Erhitzen wird er zersetzt. Durch Behandlung mit Chlorgas erhielt *Scharling* daraus einen Körper, dessen Zusammensetzung er $= C_{14}\ H_5\ Cl\ O_4$ fand, also vollkommen isomer dem Chlorsalicyl. Es muss aber noch dahin gestellt bleiben, ob das fragliche Omichmyloxyd wirklich präcipitirt und der eben beschriebene Stoff die einfache Wasserstoffverbindung der von *Scharling* analysirten Chlorverbindung ist $= C_{14}\ H_6\ O_4$, isomer dem Salicylwasserstoff; denn jene könnte leicht das Zersetzungsproduct einer complicirteren Verbindung sein; leider ist der oben beschriebene Körper zur Elementaranalyse untauglich, indem er noch nicht völlig rein hat dargestellt werden können. Gegen salpetersaures Eisenoxyd giebt übrigens das besagte Omichmyloxyd nicht dieselbe Reaction, wie die Salicylverbindungen.

Schleimsaft findet sich, wie schon oben erwähnt, immer, wenn auch oft in sehr geringer Quantität im normalen Harne; er hat alle

1) *Scharling*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42. S. 265.

die S. 364 im Allgemeinen dem Schleimsafte zugeschriebenen Eigenschaften.

Dass oxalsaurer Kalk als normaler Bestandtheil des Harns zu betrachten ist und unter gewissen physiologischen und pathologischen Bedingungen vermehrt in demselben vorkommt, ist Th. 1. S. 47 bis 50 ausführlicher auseinandergesetzt worden.

Chlornatrium und Chlorkalium finden sich im Harn in sehr variabeln Mengen, worauf bereits Th. 1. S. 445 hingewiesen worden ist. Es verdient hier nur noch erwähnt zu werden, dass unter gewissen pathologischen Verhältnissen die Menge der Chloralkalien im Harn oft ausserordentlich vermindert wird; diess ist nämlich in allen den Fällen bemerkbar, wo reichliche Transsudate oder Exsudate in kurzer Zeit aus dem Blute ausgeschieden werden; es ist aber auffallend, dass die Verminderung der Chloralkalien sich oft nur zeigt, wenn man die in 24 St. durch den Harn entleerten Mengen Chloralkalien vergleicht; diess geschieht z. B. bei sg. acutem Hydrops, acuter Bright'scher Krankheit, bei heftigen Diarrhöen, bei Cholera und Typhus. Dagegen zeigt sich die Verminderung der Chlormetalle bei Entzündungen mit erheblichen Exsudaten oft so bedeutend, dass in dem auf einmal gelassenen Harn salpetersaures Silberoxyd kaum eine starke Trübung bedingt; dieses Verhältniss beobachtete *Heller*[1]) zuerst bei Pneumonien und später auch bei andern bedeutendern Entzündungen. Indessen ist diese Erscheinung nicht constant und mag wohl von der Grösse des gebildeten Exsudats abhängen; sicher ist, dass die Armuth des Harns an Chloralkalien nur von sehr kurzer Dauer ist; über drei Tage sah ich sie nie anhalten. Mit Beginn der Resorption entzündlicher Exsudate soll nach *Heller* sich die Menge des Chlornatriums über das normale Mittel erheben; das ist möglich, ja vielleicht sogar wahrscheinlich, aber wenigstens noch nicht erwiesen; denn wie wir weiter unten sehen werden, lässt sich nach der von *Heller* empfohlenen Methode weder das normale Mittel des Kochsalzgehaltes noch auch ein geringer Ueberschuss desselben nachweisen.

Von dem Gehalte des normalen Harns an schwefelsauren Salzen ist ebenfalls bereits im 1. Th. (S. 455) die Rede gewesen; hier sei nur noch erwähnt, dass *Heller* die Schwankungen im Gehalte krankhaften Harns an Sulphaten ebenfalls nach seiner Methode (durch unmittelbare Anwendung von Barytsalzen auf vorher ange-

1) *Heller*, Arch. Bd. 4. S. 516—526.

säuerten Harn) zu erforschen gesucht hat; er glaubt gefunden zu haben, dass bei lebhaftem Respirationsprocess (er versteht darunter entzündliche Krankheiten, ,,wo die Hyperinosis sanguinis zugegen") die Menge der Sulphate im Harn (entsprechend dem Grade der Entzündung) zunehme.

Bei drei Versuchsreihen, die ich mit dem von je 24 St. gesammelten Harn zweier Pneumoniker und eines Pleuritikers anstellte, waren die Resultate der *Heller*'schen Behauptung nicht günstig; relativ enthielt der Harn allerdings mehr Sulphate, als normaler, d. h. in 100 Th. des (specifisch schwereren) entzündlichen Harns waren mehr Sulphate als in 100 Th. des normalen (specifisch leichteren) Harns derselben Subjecte nach ihrer vollständigen Wiederherstellung enthalten; in 24 St. wurden aber von den Kranken 4,512 bis 5,842 grm. schwefelsaures Kali und Natron (alles Kali als an Schwefelsäure gebunden berechnet) entleert, während der 24stündige Harn der genesenen 6,582 bis 4,974 grm. Sulphate enthielt. *Heller* hat die Sulphate des Harns vermindert gefunden bei Chlorosis, Neurosen, chronischen Nierenleiden und Rückenmarksleiden; da in diesen Krankheiten der Harn gewöhnlich sehr diluirt zu sein pflegt, so sollte man wohl glauben, dass *Heller* bei Schätzung des Volumens von präcipitirtem schwefelsauren Baryt auf den Wasserreichthum des Harns Rücksicht genommen habe. In einem Falle entschiedener Chlorosis fand ich, dass in 24 St. 6,247 grm. schwefelsaures Kali und Natron entleert wurden.

Im normalen Harn ist saures phosphorsaures Natron enthalten, nicht wie *Heller* annimmt, basisch phosphorsaures Natron; ersteres ist von *Liebig*[1]) zur Evidenz nachgewiesen worden (vergl. Th. 1. S. 450). Die Vermehrung und Verminderung dieses Salzes hält nach *Heller* ziemlich gleichen Schritt mit der der Sulphate; *Jones*[2]) will sie aber besonders bei Gehirnentzündung vermindert gefunden haben (in einem einzigen Falle).

Phosphorsaure Kalk- und Talkerde kommen im normalen Harn in sehr verschiedenen Mengen vor; bei gemischter Kost entleeren sich in 24 St. durch den Harn durchschnittlich 1,093 gr. Erdphosphate. Dass der Gehalt des Harns an diesem Salze zum grossen Theil von der Natur und Menge der genossenen Nahrungsmittel abhängt, geht besonders daraus hervor, dass z. B. bei rein animalischer Kost

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 50. S. 161—196.
2) *Jones*, Heller's Arch. Bd. 4. S. 180.

weit mehr durch denselben ausgeschieden werden, als bei vegetabilischer; so entleerte ich während einer 12tägigen rein animalischen Kost in 24 St. durchschnittlich 3,562% phosphorsaurer Erden. Im Harne Schwangerer findet man oft die Menge des phosphorsauren Kalks erheblich vermindert, wie *Donné*[1]) ganz richtig angegeben; besonders ist diess im sechsten bis achten Monate der Schwangerschaft der Fall; indessen wird oft auch der Kalkgehalt des Harns Schwangerer kaum vermindert gefunden. Auch hier mögen die Nahrungsmittel mit von erheblichem Einflusse auf die Mengenverhältnisse der Erdphosphate im Harne sein, wie diess auch die Analysen krankhaften Harns ausweisen. In Krankheiten, namentlich in acuten, wo der antiphlogistischen Diät halber feste Nahrungsmittel in geringen Mengen aufgenommen werden, ist die Ausscheidung der Phosphate ganz entsprechend der des Harnstoffs immer weit geringer als im normalen Zustande. *Heller* will jedoch auch über die Schwankungen der phosphorsauren Erden wichtige Erfahrungen gemacht haben; vermehrt sollen sie sein bei Rheumatismen und Gehörkrankheiten, vermindert bei acuten und chronischen Spinalleiden, Neurosen, acuten und chronischen Nierenleiden.

Ist auf eine einzige Erfahrung etwas zu geben, so möchte ich glauben, dass bei Rhachitis eine reichlichere Ausscheidung der Erdphosphate durch den Harn statt habe; ein durchaus rhachitisches Kind von 4 Jahren entleerte mit einem sehr sauren, Kalkoxalat enthaltenden Harne in 24 St. 0,496 grm., während ein andres Kind von gleichem Alter (beide waren vorzugsweise mit Milch, etwas Fleisch und Weissbrod genährt worden) innerhalb des gleichen Zeitraums nur 0,345 grm. ausschied.

Eisen wird gewöhnlich in sehr geringen Quantitäten im Harn gefunden, indessen fehlt es auch zuweilen gänzlich im Harn völlig gesunder Personen. Sehr viel hat man sich darüber herumgestritten, ob bei Chlorose der Harn Eisen enthalte oder nicht; diese Streitigkeiten würden leicht zu schlichten gewesen sein, wenn man sich nicht untauglicher Methoden zur Erkennung des Eisens bedient hätte. Meinen Erfahrungen nach ist Eisen ebensowohl im Harne Chlorotischer enthalten, als in dem Gesunder, kann aber auch zuweilen ganz fehlen; um seine Gegenwart im chlorotischen Harne nachzuweisen, sind, da dieser meist ärmer an festen Bestandtheilen überhaupt ist, grössere Quantitäten Harns der Analyse zu unterwerfen. Merkwürdig ist aber, dass nach dem Gebrauche von Eisenpräparaten, mögen dieselben gegen Chlorose oder eine andre Krankheit angewendet werden, das Eisen

1) *Donné,* Gaz. médic. de Paris 1841. No. 22. p. 347.

bald mit den gewöhnlichen Reagentien unmittelbar im frischen Harne zu entdecken ist, bald aber nur in geringen Mengen erst in der Asche des Harnrückstands aufgefunden werden kann. Welche Verhältnisse die reichlichere Resorption des Eisens bedingen, so dass es in grössern Mengen in den Harn überzugehen vermag, habe ich nicht ermitteln können.

Auch Kieselsäure findet sich in geringer Menge im Harn, wo sie schon *Berzelius* gefunden hatte (vergl. Th. 1. S. 438).

Im Harn sind endlich auch Gase aufgelöst und zwar vorzugsweise *Kohlensäure* (*Marchand*[1]), jedoch auch etwas Stickstoff; beide lassen sich auf die oben (S. 323) beschriebenen Methode sehr leicht nachweisen.

Die Quantität des Wassers im normalen Harne ist selbst unter rein physiologischen Verhältnissen so ausserordentlich verschieden, dass sich etwas Bestimmtes darüber durchaus nicht angeben lässt. Die Menge des die Nieren durchsickernden Wassers ist völlig unabhängig von der Quantität der etwa gleichzeitig abgeschiedenen festen Harnbestandtheile, während dagegen nach *Becquerel's* Erfahrungen[2], die ich vollkommen bestätigen kann, grosse Quantitäten Wassers gleichzeitig eine grosse Quantität fester Bestandtheile mit in den Harn überführen, d h. nach dem Genusse grosser Quantitäten Wasser werden z. B. in 24 St. mehr feste Bestandtheile mit dem Harn entleert, als wenn nur wenig Getränk genossen worden ist. Die Menge des in den Harn übergehenden Wassers ist aber von so verschiedenen Factoren abhängig, dass selbst unter rein physiologischen Verhältnissen sich die Ursache einer Vermehrung oder Verminderung des Wassers im Harn nicht immer ermitteln lässt; solche Bedingungen sind vor allem allerdings die Menge getrunkenen oder z. B. durch das Bad aufgenommenen Wassers, die Art des Stuhlgangs, reichliche oder geringere Transspiration, welche wiederum von der äussern Temperatur, von dem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre, von körperlicher Bewegung und von vielen andern innern und äussern Ursachen abhängig ist.

Ueber die saure Reaction des normalen Harns ist man lange Zeit im Unklaren gewesen; man leitete dieselbe früher von Milchsäure, ja selbst von Essigsäure ab; *Liebig* hat aber auch diese Frage zur

1) *Marchand.* Journ. f. pr. Ch. Bd. 44. S. 250.

2) *Becquerel*, Séméiotique des urines ou traité des alterations de l'urine dans les maladies. Paris 1841.

Entscheidung gebracht und gezeigt, dass die Acidität normalen Harns nur von saurem phosphorsauren Natron abhängig sein könne. Wenn man nämlich gewöhnliches phosphorsaures Natron in Wasser auflöst (welches bekanntlich alkalisch reagirt) und allmählig Harnsäure (die ohne Reaction auf Pflanzenfarben ist) der Lösung zusetzt und erwärmt, so erhält man eine Lackmus röthende Flüssigkeit, aus welcher sich beim Erkalten ein weisses, krystallinisches Pulver absetzt, welches unter dem Mikroskop die schönsten Gruppen prismatischer Krystalle von harnsaurem Natron darstellt. Wenn nun schon eine so äusserst schwache Säure, wie Harnsäure, dem phosphorsauren Natron einen Theil seiner Basis entziehen kann, so wird man nicht in Abrede stellen können, dass stärkere Säuren, wie Hippursäure, Milchsäure und Schwefelsäure, unmittelbar nach ihrer Bildung bei dem thierischen Stoffwechsel das neutrale phosphorsaure Natron in ein saures Salz umzuwandeln vermögen, als welches es dann mit dem gebildeten schwefelsauren, milchsauren und hippursauren Natron in den Harn übergeht. Gälte diese Erklärungsweise von der Acidität eines jeden Harns, so dürfte der frische Harn nie mehr Basis sättigen, als seinem Gehalte an phosphorsaurem Natron entspricht. Die Versuche, diesen Fragepunkt zu erörtern, sind aber nicht so leicht auszuführen, wie es auf den ersten Blick scheinen mag; denn versetzt man den Harn mit so viel Alkali, dass er weder sauer noch alkalisch reagirt, so ist bekanntlich noch saures phosphorsaures Natron in Lösung; denn das neutrale phosphorsaure Natron reagirt alkalisch, also ist das saure Salz, wenn der Harn ohne Reaction auf Pflanzenfarben ist, noch nicht neutralisirt. Ich suchte daher die Menge der freien Säure im Harn auf folgendem Wege zu finden: der Harn ward mit überschüssigem Chlorbaryum gefällt, der Niederschlag mit schwefelsäurehaltigem Wasser ausgekocht, und der schwefelsaure Baryt dem Gewichte nach bestimmt; hierauf ward eine gleiche Quantität Urin mit frischgefälltem kohlensauren Baryt so lange digerirt, bis alle saure Reaction verschwunden war; dann die abfiltrirte Flüssigkeit mit etwas Essigsäure angesäuert und durch Chlorbaryum gefällt; auch dieser Niederschlag ward mit schwefelsäurehaltigem Wasser ausgekocht und abgewogen; die Quantität des letztern wird bei weitem geringer sein, als die des zuerst abgewogenen schwefelsauren Baryts; die Differenz beider Gewichte gibt uns eine Menge schwefelsauren Baryts, dessen Basis gerade hinreichend gewesen war, um die im Urin enthaltene freie Säure zu sättigen; man kann demnach leicht hieraus nach den chemischen Aequivalenten die

Quantität der freien Säure oder des sauren phosphorsauren Natrons berechnen. Wäre nun auf diese Weise nicht mehr saures phosphorsaures Natron berechnet worden, als einer anderweiten Analyse zufolge in dem Harne wirklich enthalten war, so würde die saure Reaction des Harns einzig und allein vom sauren phosphorsauren Natron herrühren. Diess war allerdings nicht selten der Fall, doch häufiger, und zwar in gesundem sowohl als in krankhaftem Harn, fand ich das Gegentheil, d. h. aus der Vergleichung der Barytsalze berechnete sich gewöhnlich mehr saures phosphorsaures Natron, als durch die directe Analyse gefunden worden war; es musste demnach in der Mehrzahl der Fälle neben dem sauren phosphorsauren Alkali eine freie organische Säure oder ein andres saures Lackmus röthendes Salz enthalten sein. Indessen, scheint mir, darf auch hier nicht vorschnell geschlossen werden; denn leider nimmt die Acidität des Harns nach seiner Entleerung oft so schnell durch Milchsäure- oder Essigsäurebildung zu, dass der Ueberschuss der in erwähnten Versuchen gefundenen freien Säure vielleicht von der erst ausserhalb des Organismus im Harne gebildeten Milchsäure herrühren könnte. Doch findet man in krankhaftem Harne oft einen solchen Ueberschuss freier Säure über das phosphorsaure Natron, dass auf diesen der eben erhobene Einwand keine Anwendung finden kann. Die saure Reaction des Harns rührt also in vielen Fällen nicht allein von der Anwesenheit sauren phosphorsauren Natrons her, sondern auch von Hippursäure und Milchsäure. Wäre übrigens nur saures phosphorsaures Natron im Harn, so könnte der phosphorsaure Kalk und die phosphorsaure Talkerde im Harne auch nur gelöst sein, entweder ebenfalls als saure phosphorcaure Salze oder durch eine andre freie Säure. Wurden aber auch bei der oben berührten Berechnung freier Säure aus den präcipitirten Barytsalzen die Erdphosphate mit in Erwägung gezogen, so blieb das Resultat doch immer dasselbe, d. h. mehr freie Säure, als von allen sauren Phosphaten des Harns abgeleitet werden konnte. Das Wasserextract des Harns reagirt gewöhnlich sauer trotz alles Auswaschens mit Alkohol, und zwar lediglich wegen seines Gehalts an sauren Erdphosphaten; diese müssen jedoch auch vorhanden sein, sobald Milchsäure oder Hippursäure das säuernde Princip des Harns ist.

Die spontane Zersetzung des Harns steht mit der Bildung der Sedimente desselben, ja selbst mit der Entstehung der Harnconcremente, in dem innigsten Zusammenhange, ein Punkt, auf welchen vor-

zugsweise *Scherer*[1]), auf einige schöne Beobachtungen fussend, aufmerksam gemacht hat. Richten wir zunächst unser Augenmerk auf das fast normale Sediment des Harns, welches, wie Th. 1. S. 219—222 nachgewiesen worden ist, im Wesentlichen aus harnsaurem Natron besteht und unter sehr verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen vorzukommen pflegt. Dieses Sediment entsteht oft schon beim Erkalten des frischgelassenen Harns; man könnte daher glauben, dass sein Auftreten nichts weiter anzeigte als eine solche Vermehrung harnsauren Natrons, dass dieses in dem Harn sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht mehr gelöst erhalten könnte; dafür spricht einerseits, dass solche schnell entstandene Sedimente harnsauren Natrons sich auf Zusatz eines weniger concentrirten Harns oft vollständig wieder auflösen, andrerseits aber, dass alle diese Sedimente wieder gelöst werden, sobald man den Harn auf 50 bis 60° C. erwärmt. Allein man braucht gar nicht erst mit dem Thermometer das Sinken der Temperatur und die etwaige Sedimentbildung zu verfolgen, um sich zu überzeugen, dass in der Mehrzahl der Fälle die Trübung und Sedimentbildung im Harne viel später eintritt, als die Temperatur des Harns mit der der Atmosphäre sich ins Gleichgewicht gesetzt hat; man sieht oft erst nach 8, 10, 12 und 24 St. den Niederschlag von harnsaurem Natron entstehen. Ueberdiess zeigt die Analyse des Harns sehr oft (ein Punkt, der *Becquerel* besonders auffallend war), dass ein nicht sedimentirender Harn weit mehr harnsaure Salze enthält, als ein sedimentirender. Die Abscheidung harnsauren Natrons muss also noch in etwas Anderm begründet sein, als in der blossen Abnahme der Temperatur des Harns. Die einfachste Induction lenkt uns nun darauf, anzunehmen, dass in der Atmosphäre eine Veränderung mit dem Harne vorgehen müsse, die er innerhalb der Harnblase und durch blosse Temperaturverminderung nicht erlitt; diese Veränderung kann also nur einem durch die Atmosphäre bedingten Umwandlungsprocesse eines oder des andern Harnbestandtheils beigemessen werden. Folgende Thatsachen veranlassen uns, den farbigen Extractivstoff oder extractartigen Farbstoff des Harns als diejenige Substanz anzusehen, welche das Aufgelöstbleiben grössrer Mengen harnsauren Natrons im Harn bedingt, und durch dessen Umwandlung die Ausscheidung eines grossen Theils jenes harnsauren Salzes bedingt wird. Wir wissen, dass jener

1) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42. S. 171 u. mikr. u. chem. Unters. z. Pathol. Heidelb. 1843. S. 1—17.

farbige Extractivstoff sich besonders mit den Uraten verbindet und deren Eigenschaften wesentlich modificirt; ich habe gezeigt[1]), dass es jener Extractivstoff ist, welcher das harnsaure Natron verhindert, sich aus warmen Lösungen beim Erkalten in den bekannten Krystallgruppen auszuscheiden; setzt man zu einer Lösung harnsauren Natrons, aus der sich beim Erkalten die schönsten farblosen Büschel von harnsaurem Natron abgesetzt hatten, etwas von dem in Alkohol löslichen Extractivstoffe des Harns, so verliert jenes Salz seine Krystallisirbarkeit und es scheiden sich beim Erkalten seiner Lösung in derselben Körperchen ab, in welchen wir es stets aus dem Harne (hier aber nie krystallinisch) sich absetzen sehen, überdiess aber immer in geringerer Quantität, wie Jedermann sich sehr leicht ohne Wägung schon durch den Augenschein überzeugen kann. Dass ferner die Umwandlung des Farbstoffs unmittelbar auf die ganze Constitution des harnsauren Natrons influenzirt, davon wird jeder, der ein solches spontanes Harnsediment filtrirt hat, sich überzeugt haben. Ist das Sediment auf das Filter gebracht, so fällt zunächst die hellrothe oft fast scharlachrothe Farbe auf, die das noch feuchte Sediment angenommen hat; untersucht man aber das auf dem Filter befindliche Sediment näher, entweder unmittelbar durch das Mikroskop, oder nachdem man es durch heisses Wasser wieder zu lösen und durch das Filter zu führen gesucht hat, so wird man eine Menge der schönsten Harnsäurekrystalle finden, von denen in dem Theile des Harns, der nicht filtrirt war und dessen Sediment also der Luft nicht exponirt und darum nicht geröthet war, auch nicht eine Spur zu entdecken ist. Alles diess deutet gewiss darauf hin, dass das Harnpigment, dem schon *Duvernoy*[2]) und *Scherer* eine Rolle bei der Ausscheidung der Harnsäure zuschrieben, auch zur Bildung des gewöhnlichen Natronuratsediments mit beitragen mag. Wollen wir auch jenen Extractivstoff der oben angeführten Berechnung ungeachtet nicht als simples Lösungsmittel gelten lassen, so können wir wohl annehmen, dass im frischen, harnsäurereichen Harn das neutrale harnsaure Natron aufgelöst sei, während durch jene Umwandlung des Pigments etwas Säure gebildet werde, welche dem einfach harnsauren Natron ein Aequivalent Basis entzieht und so zur Bildung des doppelt harnsauren Salzes Veranlassung gibt (vergl. Th. 1. S. 209); dafür würde erstens sprechen, dass jenes gewöhnliche Sediment aller-

1) *Lehmann,* Göschen's Jahresber. 1844. Bd. 2. S. 26.

2) *Duvernoy,* Unters. üb. d. menschl. Urin. Stuttgart 1835.

dings aus doppelt harnsaurem Natron besteht, und dass andrerseits in dem oben beschriebenen Versuche, wo das Sediment filtrirt und dann in heissem Wasser zu lösen versucht worden war, die durchgegangene Flüssigkeit nicht alkalisch reagirt, obgleich auf dem Filter ein grosser Theil natronfreier, krystallinischer Harnsäure geblieben war. Doch müssen erst weitere Versuche diesen die zoochemische Forschung fast beschämenden Gegenstand noch ins Licht setzen.

Was aber die Bildung der Harnsäuresedimente betrifft, so hat *Scherer* den Einfluss der Umwandlung des Pigments durch mehrere schlagende Versuche und feine Beobachtung fast ausser allen Zweifel gesetzt. Es ist bereits Th. 1. S. 222 erwähnt worden, dass im frisch entleerten Harne (ausser etwa bei Lithiasis) niemals aus freier Harnsäure bestehende Sedimente vorkommen und sich auch durch blosses Abkühlen des Harns nicht erzeugen lassen. Die Harnsäuresedimente halte ich daher nur für Producte der Harnzersetzung ausserhalb des thierischen Organismus. Die verschiedenen Harnsorten unterscheiden sich nur dadurch, dass der eine krankhafte oder normale Harn früher als der andre der sauren Gährung unterliegt und so zur Bildung der schwerlöslichen Harnsäuresedimente Veranlassung gibt. Diesen Process der sauren Harngährung hat *Scherer* zuerst erkannt und genauer verfolgt. Jeder normale nicht sedimentirende Harn fängt, wenn er der mittleren Lufttemperatur ausgesetzt ist, nach verschieden langer Zeit an, Harnsäure auszuscheiden und stärker auf Lackmus zu reagiren; durch die volumetrische Methode (entsprechend der alkalimetrischen) kann man sich übrigens bestimmtest von der Zunahme freier Säure im Harn überzeugen. Schwach alkalischer Harn, wie man ihn nach vegetabilischen, alkalireichen Nahrungsmitteln oder nach einigen Dosen essigsauren Kalis, weinsauren Kalis u. dergl. entleert, erlangt nach kurzer Zeit saure Reaction, die unter günstigen Bedingungen so zunimmt, dass etwaige Trübungen durch ausgeschiedene Erden gelöst und Harnsäurekrystalle ausgeschieden werden. Icterischen, braungelben, schwach sauren Harn sah *Scherer* und nach ihm gewiss viele andre stark sauer werden und anstatt der braungelben eine grüne Färbung annehmen in Folge des eigenthümlichen Einflusses freier Säure auf das Gallenpigment.

Die Dauer der sauren Harngährung beträgt nach *Scherer* 4 bis 5 Tage, doch habe ich zwischen 10 und 20° C. die Säure des Harns 2 bis 3 Wochen lang zunehmen und oft erst nach 6 bis 8 Wochen wieder verschwinden sehen. *Scherer* deutet den Process so, dass er den

Harnblasenschleim als Ferment betrachtet und den extractiven Harnfarbstoff als den Körper, welcher der Umwandlung in Säure und zwar in Milchsäure, unterliegt; indessen bildet sich dabei doch öfter auch Essigsäure, wie ich mich nach *Liebig's* Vorgange überzeugt habe. Für die *Scherer'sche* Anschauungsweise spricht, dass die saure Gährung des Harns verhindert oder unterbrochen werden kann durch die meisten Bedingungen, welche sonst der Gährung hinderlich sind, so z. B. durch Zusatz von etwas Alkohol, ferner durch Kochen des Harns (wo wenigstens auf längere Zeit die Säurebildung sistirt wird) und endlich durch Abfiltriren des Schleims. Des letztern Einfluss ist auch aus dem bereits oben S. 392 erwähnten Umstande ersichtlich, dass im Schleime und aus demselben während der sauren Gährung sich eine Art Fermentkügelchen oder Hefepilze erzeugen. Noch muss ich wiederholt darauf aufmerksam machen, dass möglicher Weise bei diesem Gährungsprocesse *oxalsaurer Kalk* gebildet oder wenigstens ausgeschieden wird; ein näherer Zusammenhang zwischen Harnsäureabscheidung und Bildung von diesem Salze gibt sich wenigstens darin zu erkennen, dass in den meisten Harnproben, sedimentirenden und nicht sedimentirenden, so lange sie frisch sind, oxalsaurer Kalk mikroskopisch nicht wahrzunehmen ist; sobald sich aber Harnsäurekrystalle einstellen, pflegt man auch einzelne der bekannten Krystalle oxalsauren Kalks wahrzunehmen; ja gewöhnlich ist krankhafter Harn um so reicher an solchen Krystallen, je schneller er der sauren Gährung unterliegt, also je früher er freie Harnsäure abscheidet.

Vom fünften Tage oder der zweiten bis dritten Woche nach der Entleerung des Harns fängt die freie Säure an, sich allmählig zu vermindern; im Sedimente und auf der Oberfläche des Harns bemerkt man bei der mikroskopischen Untersuchung neben den Fadenpilzen Conferven und Algen; der Harn wird endlich neutral, die gelben Harnsäurekrystalle schwinden oder es treten vielmehr an deren Stelle die bekannten Krystalle des phosphorsauren Talkerde-Ammoniaks auf, theils in grossen, farblosen, pyramidalen Prismen, theils in kleinen sternförmig gruppirten Nadeln oder grösseren Säulchen. Der Harn wird alkalisch, fängt abscheulich zu stinken an, bildet auf seiner Oberfläche weisslich graue Häute, in denen neben den vegetabilischen Producten sich unzählige Vibrionen und Monaden tummeln; in dem *weissen* Sedimente (das Harnsäuresediment ist mit seltenen Ausnahmen gelb gefärbt gleich den mikroskopischen Krystallen) sind neben den Tripelphosphatkrystallen, Infusorien und Pilzen die braunschwarzen, runden,

mit feinen Spitzen besetzten, stechapfelförmigen Drusen von harnsaurem Ammoniak wahrzunehmen; der Harn braust stark mit Säuren auf; die Flüssigkeit ist kaum noch gelblich gefärbt, das Harnpigment also zum grössten Theile zerstört.

Die alkalische Harngährung tritt aber nicht immer erst nach vollendeter saurer Gährung ein, sondern unter gewissen, zum Theil noch nicht ermittelten Verhältnissen viel früher, ja sie kann sogar, wie wir weiter unten sehen werden, schon innerhalb der Harnblase eintreten. Schon normaler Harn geht, wenn die Temperatur 20° C. übersteigt, mehr oder weniger schnell in die alkalische Gährung über; sehr leicht geschieht diess, wenn der Harn nicht in reinen Gefässen aufbewahrt wird, und fast auf der Stelle, sobald er mit bereits alkalisch gewordenem Harn versetzt wird, selbst wenn des letztern Menge nur so gering ist, dass die freie Säure des frischen Harns kaum gesättigt wird. Man wird also hier mit demselben Recht, wie bei andern Gährungsarten, ein besondres Ferment statuiren können; dieses alkalische Ferment können wir mit *Scherer* kaum in etwas Anderem suchen, als in dem veränderten Harnschleime und den diesen begleitenden mikroskopischen Organismen. Ist diese Deutungsweise in den jetzt gültigen Anschauungen der Chemiker über die Gährungsprocesse begründet, so wird sie auch noch durch einige Erfahrungen am Krankenbette unterstützt. Am entschiedensten und constantesten beobachten wir die Entleerung eines alkalischen, mit Säuren aufbrausenden Harns bei primären oder secundären Leiden der Blasenschleimhaut; im ersteren Falle ist entweder ein inveterirter Blasenkatarrh (sg. Blasenhämorrhoïden u. dergl.) vorhanden oder vollkommene Vereiterung der Blasenwand in Folge krebsiger Geschwülste oder andrer Afterproducte; in diesen Fällen ist die Absonderung des Schleimes abnorm, der Schleimsaft wird in grösserer Menge abgesondert, hat nicht mehr die gewöhnlichen Eigenschaften des Harnschleims und zersetzt sich ausserordentlich schnell. Im letzteren Falle leidet die Blasenschleimhaut höchstens indirect; diess geschieht bei Rückenmarksleiden, die mit Lähmung der Extremitäten und der Harnblase verbunden sind; hat hier auch die Blasenschleimhaut ihre vollkommene Integrität, so wird der von ihr abgesonderte Schleim wegen der mangelnden Contractilität der Blase nicht fortgeschafft, sondern haftet auf derselben und beginnt sich zu zersetzen bis zu dem Grade, dass er den aus den Ureteren zuträpfelnden Harn fast augenblicklich in alkalische Gährung versetzt, so dass selbst bei Incontinentia urinae der Harn, welcher nur kurze Zeit

in der Blase verweilte, bereits alkalisch und ammoniakhaltig abläuft. Secundär bildet sich jedoch auch hier ein Katarrh der Blasenschleimhaut aus.

Consequenter Weise nimmt *Scherer* an, dass der Harnblasenschleim innerhalb der Harnblase auch jene Constitution annehmen könne, vermöge deren er den Harnextractivstoff zur Säurebildung disponirt. Diess ist gewiss bei Harnsteindiathese, wo ein saurer Harn mit bereits ausgebildeten Harnsäurekrystallen abgesondert wird, nicht in Abrede zu stellen; allein in den so häufigen Fällen von fieberhaftem Harn, der frisch entleert mässig sauer reagirt und nur harnsaures Natron enthält, will mir die Annahme eines bereits in der Blase modificirten Schleimes nicht recht plausibel dünken; denn abgesehen davon, dass bei den fieberhaften oder entzündlichen Affectionen doch schwerlich an ein Leiden der Blasenschleimhaut oder einen bereits in der Blase modificirten Schleim gedacht werden kann, so kommt es hier häufig vor, dass ein Harn, der eben gelassen wurde, nicht schnell säuert, nicht sobald Harnsäure abscheidet, während der kaum 2 St. vorher entleerte Harn diese Eigenschaften in hohem Grade besass; man würde diese Erscheinung von dem längern Verweilen eines concentrirten, die Blasenschleimhaut reizenden Harns ableiten können, wenn nicht auch das Umgekehrte zuweilen beobachtet würde, d. h. vorher wird ein nur sehr spät erst säuernder und nach 2 St. ein stark und schnell säuernder Harn entleert. Wir müssen wohl in solchen Fällen den Grund der leichteren Säuerung in der Constitution des von den Nieren secernirten Harns, d. h. in der besondern Beschaffenheit einzelner durch die während des Fiebers modificirte Stoffmetamorphose gebildeter Materien und vielleicht vorzugsweise in dem quantitativ vermehrten und qualitativ veränderten Harnpigmente suchen.

Scherer hat ferner auch zu beweisen gesucht, dass die genannten Gährungsprocesse, insofern sie schon in der Harnblase vor sich gehen, wesentlich zur Entstehung der Harnsteine mit beitragen. Es komme nämlich nur auf die Beschaffenheit des Harnblasenschleims und die Art des durch diesen eingeleiteten Gährungsprocesses an, ob sich ein Harnconcrement aus Harnsäure, aus phosphorsauren Erden oder aus harnsaurem Ammoniak bestehend bilde. Durch Abänderung der Zersetzungsbedingungen zu verschiedenen Zeiten der Krankheit, d. h. durch die allmählige, qualitative und quantitative Veränderung des Secrets der krankhaft afficirten Schleimhaut, lässt sich auch die Bildung von Harnsteinen erklären, deren verschiedene Schichten verschiedene

Zusammensetzung haben. *Scherer* sucht sonach eines der wesentlichsten Momente der Lithiasis in einer Degeneration des Secrets der Blasenschleimhaut; dafür sprechen die chemischen Untersuchungen der Harnconcremente ebensowohl als viele ärztliche Erfahrungen. Die grösste Mehrzahl der Harnsteine enthält einen Schleimpfropf als Kern, der Schleim scheint also gewöhnlich wenigstens die erste Bildungsanlage für die Concremente abzugeben; ferner die innern Schichten der meisten Harnsteine enthalten Harnsäure, während die äussern phosphorsaure Erden oder harnsaures Ammoniak enthalten; wenigstens eine Spur Harnsäure lässt sich am Kern des Concrements immer nachweisen. Jedes harnsäurehaltige Concrement wirkt selbst durch Reizung der Blasenschleimhaut darauf hin, dass seine Vergrösserung durch Ablagerung von Phosphaten oder harnsaurem Ammoniak und Kalk bewerkstelligt wird; während also aus der Formation der Harnsteine zu ersehen ist, dass im Anfange ihres Auftretens fast immer bei Gegenwart von Schleim eine Disposition zur Ausscheidung von Harnsäure, eine saure Harngährung, vorhanden war, beweisen die oberflächlichen Schichten der meisten Harnsteine, dass zur Zeit ihrer Ablagerung ein alkalisches Harnferment vorhanden gewesen und alkalische Harngährung stattgefunden haben musste. Wer viel Harnconcremente, namentlich grössere, ihrer Formation und ihrer Constitution nach untersucht hat, wird fast unwillkührlich zur Annahme der *Scherer*'schen Ansicht gedrängt; sprechen doch selbst die maulbeerförmigen Harnsteine, die bekanntlich sehr viel oxalsauren Kalk enthalten (aber wohl nie einzig und allein aus demselben bestehen), für jene Erklärungsweise; sie enthalten immer viel Harnsäure und bilden oft den Kern grösserer erdhaltiger Concremente.

Diese schöne und so einfache Erklärungsweise, angemessen den jetzt gültigen Principien über die Zersetzung organischer Stoffe, findet also sowohl in der chemischen Analyse der Concremente selbst als in den ärztlichen Erfahrungen vielfache Bestätigung, so sehr sie von den gewöhnlichen Ansichten der Aerzte abweicht, die milchsaure, harnsaure, phosphatige und andre Diathesen anzunehmen vorziehen. Indessen möchte es sehr schwer sein, zu beweisen, dass namentlich die harnsäurehaltigen Concremente lediglich einem modificirten Blasenschleime ihre Entstehung verdankten; denn wie wir oben bei der Sedimentbildung erwähnt haben, so dürfte auch in der Mischung des Nierensecrets selbst ein Moment liegen, welches einmal die Bildung von Concrementen befördert, ein andermal aber hindert. Es sind aber

ausserdem sicher noch viele Punkte zu erforschen, ehe wir alle Erscheinungen der Concrementbildung erklärt, ehe wir die Entwicklungsformen der Harnsteine wissenschaftlich erfasst zu haben hoffen dürfen.

Gehen wir nun zur Betrachtung derjenigen *Harnbestandtheile* über, *welche von aussen dem Thierkörper zugeführt*, nur kurze Zeit darin verweilen und entweder unverändert oder wenig modificirt *in den Harn übergehen*, ein Gegenstand, der wegen seiner hohen Wichtigkeit für die Erforschung des thierischen Stoffwechsels schon vor längerer Zeit besonders von *Wöhler*[1]), neuerdings in Gemeinschaft mit *Frerichs*[2]), bearbeitet worden ist. Obgleich es logischer Weise nicht recht concinn erscheinen dürfte, hier zugleich derjenigen Stoffe Erwähnung zu thun, welche den darüber angestellten Versuchen nach nicht in den Harn übergehen: so ist diess doch wohl der geeignetste Ort, die Thatsachen zusammenzustellen, welche als positive Unterlagen einer Theorie der Harnbildung dienen können, und uns zugleich einen Blick in das innere Triebwerk des zoochemischen Stoffwechsels thun lassen.

Im Allgemeinen lässt sich der Satz aufstellen, dass nur solche (nicht zu den Nährstoffen gehörige) Substanzen in den Harn übergehen, welche leicht löslich in Wasser sind und keine Neigung haben, mit den organischen oder unorganischen Materien des Thierkörpers unlösliche Verbindungen einzugehen. Deshalb lassen sich die meisten löslichen Alkalisalze: Salpeter, Borax, Jodkalium, Bromnatrium, kieselsaure, chlorsaure, kohlensaure Alkalien und viele andre unverändert wieder im Harne nachweisen. Den Substanzen, welche unverändert in den Harn übergehen sollen, muss ausser der Löslichkeit und Unfähigkeit, unlösliche Verbindungen einzugehen, noch eine andre Eigenschaft zukommen, nämlich die, entweder schon vollständig oxydirt zu sein oder keine Neigung zur Oxydation und Zersetzung überhaupt zu besitzen; so ist z. B. Schwefelkalium eine sehr leicht lösliche Substanz, welche auch mit den Materien des Thierkörpers unlösliche Verbindungen einzugehen nicht geneigt ist: allein ihrer leichten Oxydirbarkeit halber geht sie nicht als solche in den Harn über (sondern als schwefelsaures Kali), wenn nicht sehr grosse Mengen derselben in den Körper gebracht worden waren. Viele Materien, welche mit thierischen Stoffen, namentlich den Albuminaten, schwerlösliche Verbindungen

1) *Wöhler*, Zeitschr. f. Physiol. Bd. 1. S. 305—328.

2) *Wöhler* und *Frerichs*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65. S. 335—349.

bilden, gehen nur dann in den Harn über, wenn sie dem Thierkörper in sehr grossen Mengen zugeführt werden; daher fand *Orfila* die schweren Metalle, welche sonst nicht durch die Nieren ausgeschieden zu werden pflegen, z. B. Gold, Silber, Blei, Wismuth, Antimon und Arsen nach sehr starken Gaben im Harne wieder, während diese sonst nur in der Leber und deren Secrete und demnach in den festen Excrementen aufgefunden zu werden pflegen, wenn sie in relativ kleinen und öfter wiederholten Gaben angewendet worden waren.

Viele organische Stoffe erleiden bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus dieselben Umwandlungen, welche die Chemiker künstlich mit denselben hervorgebracht haben; besonders gilt das von solchen organischen Materien, welche auf Anwendung gewisser Oxydationsmittel in verschiedene Stoffe zersetzt zu werden pflegen; ja viele lösliche Substanzen werden im Blute so vollkommen oxydirt, dass weder sie selbst noch eines ihrer Zersetzungsproducte im Harne wieder erscheint. Dagegen verlieren viele solche, welche ihren Sauerstoff leicht abgeben, bei ihrem Durchgange durch den thierischen Körper, und zwar wahrscheinlich schon in den ersten Wegen, einen Theil ihres Sauerstoffs und erscheinen deshalb im Harne als niedere Oxydationsstufen der angewendeten Stoffe.

Wir haben schon Th. 1. S. 48 gesehen, dass nach dem Genusse kohlensäurereicher Getränke die Menge des oxalsauren Kalks im Harn vermehrt wird; wir müssen hinzufügen, dass positive Versuche uns gelehrt haben, dass auch die freie Kohlensäure des Harns dadurch erheblich vermehrt wird. Nach dem Genusse von Champagner entwickelte ein Harn 53% seines Volumens Gas, nach dem von sg. Gose 68%.

Nach dem Genusse von Selterser Wasser beobachteten wir, *Buchheim* und ich, nicht dieselbe Wirkung, wie nach dem von jenem noch in Gährung begriffenen Biere oder dem moussirenden Weine; der Grund dieser Erfahrung mag vielleicht darin liegen, dass, wie *Couërbe*[1]) gefunden, das Selterser Wasser beim Aufhören des Drucks nur ein Volumen Gas zurückhält und wahrscheinlich, nachdem es in den Magen gebracht worden ist, noch durch die Ructus einen grossen Theil der Säure verliert, während dagegen der Champagnerwein von vier Volumen verdichteter Kohlensäure nur ein halbes Volumen abgibt. Bei diesem Uebergange der Kohlensäure aus kohlensäurereichen Getränken oder auch doppeltkohlensauren Alkalien in die Blutmasse und den Harn ist aber zu bemerken, dass derselbe entschieden nur wahrgenommen wird, wenn die betreffenden Stoffe in den leeren Magen gebracht werden; *Buchheim* hat diese

1) *Couërbe*, Journ. de Pharm. T. 26. p. 221.

Beobachtung zu wiederholten Malen an sich selbst gemacht; es entstehen natürlicher Weise, sobald Speisen im Magen enthalten sind, aus bekannten physischen und chemischen Gründen Gasentwicklungen, die sich durch die Ructus deutlich genug zu erkennen geben, manchmal aber auch durch Flatulenz, so dass man zuweilen durch Percussion des Unterleibs nachzuweisen im Stande ist, wo die kohlensäurereiche Flüssigkeit mit Darmcontentis in Berührung kommt.

Die kohlensauren Alkalien erscheinen erwähnter Massen als solche im Harne wieder, obgleich ein Theil derselben durch die sauren Säfte des Magens und Darms gesättigt worden sein muss. Es wäre gewiss nicht uninteressant gewesen zu ermitteln, wieviel kohlensaures Alkali nothwendig sei, um unter bestimmten Verhältnissen beim Menschen die Ausscheidung eines neutralen oder schwach alkalischen Harns herbeizuführen. *Buchheim*, der einige Zeit derartige Versuche an sich anstellte, fand, dass selbst bei Berücksichtigung der Kost, des allgemeinen diätetischen Verhaltens u. s. w. die Menge des zu dem genannten Zwecke nöthigen Alkalis ausserordentlich verschieden ist; diess ist allerdings leicht erklärlich, denn es wirken ja auf den höhern oder mindern Grad der Acidität des Harns so verschiedenartige Momente ein, die völlig ausser dem Bereiche der Macht des Experimentators liegen.

Jod verbindet sich im Thierkörper sehr bald mit Alkalien und erscheint dann als Jodnatrium im Harn.

Lösliche Barytsalze können trotz ihrer leichten Zersetzbarkeit durch Sulphate, Phosphate und Carbonate doch bei hinlänglich grossen Gaben nach *Wöhler* in den Harn übergehen.

Kaliumeisencyanid erscheint im Harn als Kaliumeisencyanür wieder.

Rhodankalium geht selbst nach Anwendung kleiner Mengen sehr bald in den Harn über.

Die meisten organischen Säuren gehen nach *Wöhler's* Untersuchungen unverändert in den Harn über, sobald sie im freien Zustande in den Körper gebracht worden sind; die betreffenden Versuche wurden mit folgenden Säuren angestellt: Oxalsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Weinsäure, Bernsteinsäure, Gallussäure, Salicylwasserstoff.

Gerbsäure wird bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus in Gallussäure umgewandelt.

Wöhler's Erfahrung, dass Benzoësäure aus dem Thierkörper unter der Form von Hippursäure mit dem Harne wieder ausgeschieden

werde, ist nächst *Ure*[1]) und *Keller*[2]) von vielen andern Beobachtern bestätigt worden.

Woher die Benzoësäure in diesem Falle die Elemente des Fumaramids (vergl. Th. 1. S. 204) entlehne, ist mit Bestimmtheit bis jetzt noch nicht zu ermitteln gewesen; *Ure* glaubte, dass die Hippursäure nach dem Gebrauche von Benzoësäure im Harne auf Kosten der Harnsäure vermehrt gefunden werde, dass sie also einen stickstoffhaltigen Atomencomplex in sich aufnehme, welcher ohne sie zur Bildung der Harnsäure verwendet worden wäre; er empfahl daher den Aerzten, gegen harnsaure Diathese Benzoësäure anzuwenden. Leider haben aber *Wöhler* und *Keller* bei dem Gebrauche der Benzoësäure keine Verminderung der Harnsäure nachweisen können; ebensowenig *James*, *E. Broth* und *M. H. Boyé*[3]). *Baring Garrod* glaubt dagegen nach Anwendung der Benzoësäure eine constante Verminderung des Harnstoffgehalts im Harn gefunden zu haben; *Simon's* Untersuchungen, so wie auch die meinigen, bestätigen jedoch auch diese Behauptung nicht. In vier Beobachtungen, wo ich nach dem Gebrauche grösserer Mengen Benzoësäure (2 Drachmen) den 24stündigen Harn untersuchte, konnte ich in keinem Falle eine einigermassen bemerkbare Verminderung irgend eines stickstoffhaltigen Bestandtheils nachweisen; indessen sind solche Versuche so schwierig auszuführen und namentlich die Summe der einzelnen täglich entleerten Mengen stickstoffhaltiger Materien so wechselnd, dass kein Schluss aus derartigen Untersuchungen gezogen werden darf; so würde es z. B. sehr voreilig sein, aus dem scheinbar negativen Resultate der Harnuntersuchung schliessen zu wollen, dass die Benzoësäure etwa den zur Zellenbildung bestimmten Substanzen das stickstoffhaltige Material entzöge.

Wenn die nahe Verwandtschaft der Benzoësäure und Hippursäure die Entstehung der letztern aus der erstern beim thierischen Stoffwechsel einigermassen erklärbar machte: so ist dagegen die Erfahrung *Erdmann's* und *Marchand's*[4]) um so auffallender, dass auch die Zimmtsäure ($C_{18}\ H_7\ O_3\ HO$) bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus stickstoffhaltige Materie in sich aufnehme und als Hippursäure im Harne auftrete.

Diese Umwandlung der Zimmtsäure in Hippursäure kann auf verschiedene Weise gedacht werden: entweder verliert diese Säure 4 At. Kohlenstoff und 2 At. Wasserstoff, um sich zunächst in Benzoësäure zu verwandeln (denn $C_{18}\ H_7\ O_3 - [4C + 2H] = C_{14}\ H_5\ O_3$), oder sie bildet unter Aufnahme von Ammoniak und Abscheidung von Wasser Cinnamid ($C_{18}\ H_7\ O_3 + H_3\ N - HO = C_{18}\ H_9\ NO_2$), welches nur noch 4 At. Sauerstoff aufzunehmen braucht, um Wasser und Hippursäure zu bilden ($C_{18}\ H_9\ NO_2 + 4O = 3HO + C_{18}\ H_8\ NO_5\ HO$).

1) *Ure*, Journ. de Pharm. Octbr. 1841.
2) *Wöhler* und *Keller*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 43. S. 108.
3) *James, E. Booth* und *M. H. Boyé*, Medic. Times. Novbr. 1845.
4) *Erdmann* und *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 35. S. 307—309.

Merkwürdig ist, dass die der Benzoësäure so nahe stehende Cuminsäure sich im thierischen Körper nicht wie die Benzoësäure und Zimmtsäure mit stickstoffhaltiger Materie verbindet, sondern unverändert in den Harn übergeht; sie verhält sich also wie die der Benzoësäure noch näher stehende salicylige Säure (Salicylwasserstoff).

Durch Versuche an Menschen, Kaninchen und Hunden haben sich *Wöhler* und *Frerichs* überzeugt, dass die Harnsäure, werde sie in den Magen gebracht oder in die Venen injicirt, im Thierkörper ganz so wie durch Bleihyperoxyd zersetzt wird; der Harn wurde jedesmal nach Anwendung dieser Säure bei weitem reicher an Harnstoff und oxalsaurem Kalk gefunden.

Von der höchsten Bedeutung für die physiologische Chemie ist die Entdeckung *Wöhler's*, dass die neutralen pflanzensauren Alkalien im thierischen Organismus ebenso oxydirt werden, als wenn man sie in Sauerstoffgas verbrennt; in den Harn geht kohlensaures Kali über, derselbe wird dadurch alkalisch, trübt sich von ausgeschiedenen phosphorsauren Erden und braust natürlich mit Säuren auf. Dass die Umwandlung der organischsauren Alkalien in kohlensaure im Blute vor sich gehe, liess sich a priori schliessen; unter Andern habe ich mich durch Injection milchsauren Alkalis in die Jugularis von Hunden von der ausserordentlich schnellen Umwandlung desselben und dem baldigen Erscheinen kohlensauren Alkalis im Harn überzeugt (vergl. Th. 1. S. 102). Es ist aber eine auffällige noch durch fernere Forschungen zu ermittelnde Thatsache, dass bei verschiedenen Personen selbst unter scheinbar völlig gleichen Verhältnissen der Harn nach dem Gebrauche pflanzensaurer Alkalien bald früher, bald erst später alkalisch wird, besonders aber, dass bei verschiedenen Personen sehr verschiedene Mengen solcher Salze nothwendig sind, um den Harn alkalisch zu machen. Durch die Abhandlung eines jungen Forschers, der schon nach dem Genusse einiger gebackner Pflaumen den Harn constant alkalisch werden gesehen hatte, aufmerksam gemacht, beobachtete ich, dass bei manchen Personen, wenn sie auch gemischte Kost zu sich genommen hatten, zwei bis drei Stunden nach dem Verschlucken eines halben Scrupels essigsauren Natrons der Harn schon alkalisch wird, während andre nach rein vegetabilischer Kost in Folge von 2 Drachmen essigsauren Natrons nicht einmal einen alkalischen Harn entleeren. Aus zahlreichen Versuchen an Gesunden und Beobachtungen an Kranken, die pflanzensaure Alkalien genommen hatten, ging nur Folgendes mit Sicherheit hervor: wirken die fraglichen Salze abführend,

so wird der Harn weit schwieriger alkalisch, gewöhnlich aber gar nicht; neben animalischen Nahrungsmitteln wird, wie zu erwarten stand, der Harn nicht so leicht alkalisch, als neben vegetabilischen Nahrungsstoffen, daher bei antiphlogistischer Diät; ist jedoch die fieberhafte Krankheit von einem sehr sauren Harn begleitet, so wird natürlich auch der Harn weit später alkalisch; daher zwei fieberhafte Kranke bei gleichen Dosen pflanzensaurer Alkalien Harn von verschiedener Reaction entleeren können, der eine alkalischen, der andre noch deutlich sauren. Bei einer und derselben Person wird, wenn sie dieselbe Kost geniesst, der Harn nach gleichen Gaben alkalisch, wenn sie sich ruhig verhalten hat, bleibt jedoch sauer nach starker körperlicher Bewegung. Man würde jedoch sehr irren, wollte man glauben, dass wir auf diese Weise bereits völlig ins Klare über diesen Gegenstand gesetzt wären; es bedarf nur einiger Aufmerksamkeit am Krankenbette, um sich zu überzeugen, dass wir noch weit davon entfernt sind, im speciellen Falle den Grund des Sauerbleibens oder Alkalischwerdens des Harns erfassen zu können. Im Allgemeinen lässt sich wohl als unzweifelhaft annehmen, dass die während des krankhaften Processes vor sich gehenden Metamorphosen im Blute zur Säurebildung bald mehr bald weniger hinneigen, und dass deshalb in dem einen Falle eine geringere Quantität zugeführten pflanzensauren Alkalis zur Sättigung der freien Säure des Harns nöthig ist, als in dem andern Falle. Indessen scheint bei dem Genusse vegetabilischer Substanzen das Alkali der darin enthaltenen pflanzensauren Salze keineswegs die einzige Ursache zu sein, dass der Harn alkalisch wird. So sah ich meinen eignen, gewöhnlich stark sauer reagirenden Harn bei dem Genusse einer rein stickstoff- und alkalifreien Kost (Milchzucker, Stärkmehl und Fett) schon nach 18 Stunden alkalisch werden. *Magendie*[1]) injicirte einem seit drei Tagen nüchternen Kaninchen, dessen Harn sauer, klar und reich an Harnstoff war, Kleisterlösung in die Jugularis; wenig Augenblicke darauf war der Harn gänzlich verändert, d. h. er war alkalisch, trübe und arm an Harnstoff. *Bernard*[2]) injicirte einem Hunde und einem Kaninchen Traubenzuckerlösung in die Venen; der Harn beider Thiere wurde dadurch alkalisch und trübe von ausgeschiedenen Erden (während Rohrzuckerlösung unter gleichen Verhältnissen keine solche Einwirkung auf den Harn zeigte, sondern unverändert

1) *Magendie,* Compt. rend. 1846. No. 4. p. 191.

2) *Bernard,* ebendas. No. 12. p. 534—537.

mit demselben abging). Es geht aus diesen Thatsachen wohl zweifellos hervor, dass die Alkalescenz des Harns pflanzenfressender Thiere wohl nicht allein durch die in deren Nahrungsmitteln enthaltenen organischsauren Alkalisalze bedingt wird. *Bernard* fand übrigens, dass der Harn der Hunde, der im normalen Zustande sauer ist, alkalisch wird, sobald diese Thiere blos vegetabilisches Futter erhalten, dass dagegen der Harn von Kaninchen, der unter normalen Verhältnissen alkalisch ist, sauer wird, sobald diesen Thieren Animalien durch den Schlund beigebracht werden oder ihnen Fleischbrühe in die Venen gespritzt wird. Aus den Versuchen, die *Bernard* mit Herbivoren anstellte, deren Harn nach Entziehung aller Nahrung klar, bernsteingelb und stark sauer wurde, geht hervor, dass die reine Gewebsmetamorphose im Thierkörper gleich reiner Fleischnahrung die Absonderung eines limpiden, sauren Harnes bedingt. *Bernard* glaubt endlich gar eine Einwirkung des Vagus auf die Reaction des Harns wahrgenommen zu haben; er sah nämlich bei mit Vegetabilien gefütterten Thieren, deren Harn alkalisch war, diesen sofort nach Durchschneidung beider Vagi sauer werden; eine Erfahrung, deren Richtigkeit ich nach einem von mir an einem Kaninchen angestellten Experimente bezweifeln möchte. Kaninchen sind aber überhaupt zu solchen Versuchen untauglich; denn diese Thiere lassen meinen Erfahrungen nach sehr oft einen sauren Harn, ohne dass man den Grund dieser Erscheinung aufzufinden vermöchte.

Chinin ist im Harne nach dem Gebrauche nicht allzu kleiner Dosen leicht wieder nachzuweisen.

Harnstoff geht nach *Wöhler's* und *Frerich's* Versuchen unverändert in den Harn über.

Theein und Theobromin sind im Harne nicht wieder zu entdecken; da beide Stoffe eine heftige Aufregung des Gefäss- und Nervensystems veranlassen, so mag ich nicht entscheiden, ob die von mir gefundene Vermehrung des innerhalb 24 St. entleerten Harnstoffs von der Zersetzung jener stickstoffreichen Körper oder jenem Ergriffensein des Gesammtorganismus abhängig war.

Anilin wurde von *Wöhler* und *Frerichs* im Harn nicht wieder gefunden.

Mit andern organischen Basen sind noch keine directen Versuche rücksichtlich des Uebergangs derselben in den Harn angestellt worden.

Alloxantin scheint sich nach Versuchen von *Wöhler* und *Frerichs* im Thierkörper in Harnstoff und andre Stoffe zu verwandeln;

sie fanden die Substanz weder selbst noch Alloxan im Harne der Personen, die 5 bis 6 Gran davon genommen hatten.

Rhodallin (Senfölammoniak) geht nicht als solches in den Harn über; an dessen Stelle findet sich Ammoniumrhodanid; dasselbe wird also im Körper ebenso zersetzt, wie künstlich durch Natronkalk (*W.* u. *Fr.*).

Allantoin geht nicht in den Harn über, auch bewirkt es keine Vermehrung des oxalsauren Kalks, die man etwa erwarten könnte, da es künstlich (nach Th. 1. S. 179) durch Alkalien in oxalsaures Ammoniak zerfällt.

Amygdalin liess sich nicht mit Bestimmtheit im Harne wieder auffinden (*W.* u. *Fr.*).

Asparagin konnte ich im Harn nicht wieder finden.

Salicin wird im thierischen Organismus ebenso zersetzt, wie durch Oxydationsmittel; im ätherischen Extracte des Harns findet man Salicylwasserstoff[1]); man könnte vielleicht glauben, dass das Salicin im Thierkörper, wie durch Emulsin, in Zucker und Saligenin zerfalle und dass erst beim Verdunsten des Harns das letztere sich durch die freie Säure desselben in Salicylwasserstoff verwandle; da jedoch auf Amygdalin keine Substanz im Thierkörper gleich dem Emulsin einwirkt, so ist es auch nicht recht wahrscheinlich, dass Salicin auf die letzterwähnte Weise zerlegt werde.

Phlorrhizin war im Harn nicht wieder zu finden.

Flüchtiges Bittermandelöl (blausäurefrei) verwandelt sich, ohne Vergiftungssymptome zu erzeugen, wahrscheinlich erst in Benzoësäure und erscheint dann als Hippursäure im Harn (*W.* u. *Fr.*).

Chinon wird im thierischen Organismus zersetzt (*W.* u. *Fr.*).

Benzoëäther bedingt Vermehrung der Hippursäure im Harn (*W.* u. *Fr.*).

Nach *Wöhler* gehen die meisten Farbstoffe so wie auch viele Riechstoffe unverändert oder nur wenig modificirt in den Harn über, z. B. die Pigmente von Indigo, Krapp, Gummigutt, Rhabarber, Campecheholz, von rothen Rüben und Heidelbeeren, die riechenden Bestandtheile von Baldrian, Knoblauch, Asa fötida, Castoreum, Safran und Terpenthin. Im Harn fand *Wöhler* nicht wieder: Campher, Harze,

1) *Lehmann*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2. S. 15.

brenzliches Oel, Moschus, Alkohol, Aether, Coccusroth, Lackmus, Saftgrün und Alkannafarbstoffe.

Bemerkenswerth ist noch die *Schnelligkeit, mit welcher manche Stoffe den thierischen Organismus durcheilen;* im Allgemeinen lässt sich annehmen, dass, je löslicher eine Substanz ist und je weniger sie Veränderungen im Thierkörper erleidet, sie desto schneller im Harne wieder erscheint. Diess ist jedoch nur eine Regel mit vielen Ausnahmen; am bewährtesten hat man sie an dem allerdings so leicht selbst in höchst geringen Mengen entdeckbaren Jodkalium gefunden; dasselbe soll nach einigen Experimentatoren schon 4 bis 10 Minuten nach der Aufnahme durch den Mund im Harne nachzuweisen sein; mir ist diess nur gelungen an einem Manne zu beobachten, bei dem die hintre Platte der Harnblase mit den Mündungen der Ureteren blos lag; bei andern Personen erschien es oft erst nach 3/4 St. bis 5 St. im Harn (dagegen sehr bald im Speichel (s. oben S. 32). Auf den Genuss von zwei bis drei Drachmen doppeltkohlensauren Kalis fand ich bei mehrern Personen den Harn nach 1/2 bis 3/4 St. neutral und nach einer Stunde alkalisch. Milchsaures Natron, zu einer halben Unze eingenommen, machte reinen Harn schon nach 1/2 St. alkalisch; wurden von demselben Salze Hunden entsprechende Mengen in die Jugularis injicirt, so zeigte deren Harn schon nach 5 höchstens 12 Minuten stark alkalische Reaction.

Die Diurese der Hunde ist bei dieser Operation sehr lebhaft, sobald man dafür sorgt, dass sie fortwährend saufen können; der wenn auch geringe Blutverlust scheint ihnen Durst zu erregen, während andrerseits das eben gebildete kohlensaure Alkali vielleicht wirklich die Harnabsonderung beschleunigt. Die Beobachtung der Zeit des Alkalischwerdens solchen Harns ist daher gewöhnlich sehr leicht.

Erichsen[1]) beobachtete die Zeit des Uebergangs löslicher und farbiger Substanzen in den Harn wahrscheinlich an demselben Subjecte mit Extroversio vesicae urin., welches früher in Deutschland herumreiste; nach Aufnahme von 40 Gran Blutlaugensalz sah er dasselbe innerhalb zwei Minuten wieder im Harn erscheinen; weniger schnell erschien das Blutlaugensalz so wie die andern Stoffe im Harn, wenn die Versuche kurz nach eingenommener Mahlzeit vorgenommen wurden.

Die Dauer, wie lange ein fremdartiger Stoff im thierischen Körper verweilt, ist höchst verschieden; auch hier hängt es von der Löslichkeit des fraglichen Stoffs und überhaupt seiner chemischen Natur ab, ob er längere oder kürzere Zeit zu seiner Abscheidung bedarf. Leicht-

1) *Erichsen,* Lond. med. Gaz. June 1845.

lösliche Substanzen werden in der Regel schnell wieder aus dem Körper durch den Harn entfernt; so sah ich auf eine Gabe von zwei Drachmen essigsauren Kali's die alkalische Reaction des Harns schon nach 10 Stunden verschwinden, einmal jedoch auf den Genuss von drei Drachmen doppeltkohlensauren Natrons erst nach drei Tagen. Indessen scheint auf diese Verhältnisse auch die Individualität von Einfluss zu sein; diess kann man am Jodkalium am besten beobachten; bei manchen Personen ist schon 24 St. nach einer Gabe von 10 Gran Jodkalium keine Spur desselben mehr im Harn aufzufinden, bei andern jedoch oft noch nach 3 Tagen (so auch noch im Speichel). Stoffe, welche mit thierischen Substanzen unlösliche chemische Verbindungen eingehen, werden nur sehr langsam und gewöhnlich weniger durch den Harn als durch den Darmkanal aus dem Körper entfernt; Metalle werden bekanntlich noch nach sehr langer Zeit in der Leber und andern Theilen gefunden.

Wir gehen nun zur Betrachtung derjenigen *Stoffe* über, *welche nur im krankhaften Harne vorzukommen pflegen.*

Ueber das Vorkommen von Albumin im Harn sind ausserordentlich viel Beobachtungen gemacht worden, doch hat man es constant nur bei Nierenaffectionen gefunden. Seit der nähern Erkenntniss aller jener Nierenleiden, die man mit dem Namen der *Bright'schen Krankheit* belegt hat, ist man zu dem Erfahrungssatze gelangt, dass bei diesem Leiden immer Albumin im Harne gefunden wird, wenn die Menge dieses Stoffs auch noch so gering ist, so dass er zuweilen ganz zu fehlen scheint. In der chronischen Form der Bright'schen Krankheit nimmt der Albumingehalt des Harns oft erheblich ab, wenn sich irgend eine acute oder entzündliche Affection jener zugesellt. Die Menge des Albumins im Bright'schen Harn ist aber zuweilen so bedeutend, dass beim Erhitzen die ganze Flüssigkeit zu einem gelblichweissen Coagulum erstarrt. Im Uebrigen lässt sich keine Krankheit namhaft machen, in welcher *Albuminurie* eine constante Erscheinung wäre. Am häufigsten tritt noch Eiweissgehalt des Harns ein in allen denjenigen Krankheiten, zu welchen sich Urämie gesellen kann; daher besonders bei acuten Exanthemen, besonders Scharlach, und hauptsächlich bei der Cholera. Neben Urämie zeigt sich aber sehr oft Bright'sche Nierendegeneration, so dass diese Krankheiten rücksichtlich ihres Eiweissgehaltes nur von dem Eintritte der Bright'schen Affection abhängig scheinen; allein es kommen sehr viele Fälle, namentlich von Scarlatina und Erysipelas, vor, wo nur vorübergehend einen oder zwei

Tage im Harn sich Eiweiss findet und neben diesem selbst die oben erwähnten Epithelialcylinder vorkommen; in diesen Fällen hat man es nur mit einem einfachen *Nierenkatarrh* zu thun, bei welchem sich, wie bei der katarrhalischen Affection jeder andern Schleimhaut, zur Abstossung des Epitheliums auch Eiweissaussonderung gesellt.

Bei *Wassersuchten*, namentlich bei höhern Graden derselben, kommt auch ohne gleichzeitige Nierenentartung häufig Albumin im Harn vor; der Uebertritt dieses Stoffs durch die Nierencapillaren kann in solchen Fällen auf doppelte Weise gedacht werden; entweder das Blut ist bereits so hydrämisch geworden, dass es nicht blos die Capillaren des Peritonäums, des Unterhautbindegewebes und andrer Organe durchdringt, sondern auch die Nierencapillaren, und dass sich also hier nur den gewöhnlich die Nieren durchdringenden Stoffen noch etwas Albumin zugesellt. Man kann sich aber auch vorstellen, dass diejenigen organischen Leiden der Brust- oder Unterleibsorgane, welche eine Hemmung des Blutlaufs in den Capillaren und Venen des Unterleibs mit sich brachten und dadurch zu reichlichern Transsudaten Veranlassung gaben, einen gleichen Zustand auch in den Capillaren und Venen der Nieren hervorrufen, durch welche ein Austritt des Albumins in die Nierencanäle bedingt wird. Für diese Anschauungsweise sprechen einige schöne Versuche von *Meyer*[1]), welcher bei Kaninchen bald die Nierenvene der einen Seite, bald die V. cava inferior durch eine Einschnürung verengerte, wodurch der hydrostatische Druck des Blutes die Nierencapillaren erweitern musste; er fand in allen Fällen Albumin in dem nach der Operation gesammelten Harne; bei Unterbindung der Nierenvene einer Seite fand er natürlich nur in dem Harne Albumin (und zwar sehr viel), der aus dem blosgelegten Ureter der operirten Seite ausfloss.

Organische Leiden der Brust- und Unterleibsorgane bedingen zuweilen Eiweissdurchtritt durch die Nieren, auch ohne dass gleichzeitige hydropische Transsudate wahrgenommen werden; hier wahrscheinlich ebenfalls nur aus der oben angeführten Ursache.

Gelangt in den Harn irgend einer Affection der Harnwege halber *Blut* oder wirklicher *Eiter*, so versteht sich von selbst, dass der Harn albuminhaltig gefunden wird.

Wenn sich, wie nicht selten, zu *hektischem Fieber*, *Diabetes*, *Rückenmarkskrankheiten* u. dergl. Albuminurie gesellt, so ist der

1) *G. H. Meyer*, Arch. f. phys. Hlk. Bd. 3. S. 116 - 119.

Grund dieser Erscheinung wohl entweder in dem wässrigen Zustande des Bluts oder, wie zuweilen bei Diabetes, in einem wirklichen Nierenleiden zu suchen.

Nicht selten kommen Fälle vor, dass Personen, die nur von *leichten Fiebern* befallen worden sind und sonst an keiner tiefer eingreifenden Krankheit leiden, vorübergehend mit dem Harne etwas Eiweiss aussondern (*Becquerel*[1]), *C. Schmidt*[2]) u. Andre); da selbst bei völlig Gesunden ohne nachweisbare Ursache zuweilen ein albuminöser Harn vorkommt (*Simon*[3]), *Canstatt*[4]), *Becquerel*[5]) u. A.), so dürfte man wohl glauben, dass manche Personen besonders dazu disponirt sind, d. h. in der Organisation derselben der Grund des leichtern Eiweissübertritts liegt. Hierher gehört auch das zeitweilige Vorkommen von Albumin im Harn Schwangerer (*Rayer*[6]), *Becquerel*[7]); gleich wie das Oedem der untern Extremitäten mit den Varicositäten derselben in nahem Zusammenhange steht, so mag auch die Ueberfüllung der Blutgefässe in den Unterleibsorganen bei einer Schwangern mehr als bei der andern zur Eiweisstranssudation in den Nieren Veranlassung geben.

Von dem Vorkommen des Faserstoffs als abnormen morphotischen Bestandtheils des Harns ist schon oben die Rede gewesen und bemerkt worden, dass er bei Blutungen in den Harnwegen immer gefunden werden kann. Man hat aber auch Harn beobachtet, in welchen nur Intercellularflüssigkeit des Blutes transsudirt zu sein schien; in einigen solchen Fällen schied sich das Fibrin erst, nachdem der Harn gelassen war, theils als gallertartige Masse, theils als körnige oder fadenförmige Klümpchen aus (*Prout*[8]), *Nasse*[9]), *Pickford*[10]), *Heinrich*[11]).

Caseïn hat man besonders in sg. Milchharne oder chylösem Harne

1) *Becquerel*, Séméïotique etc. p. 134.
2) *C. Schmidt*, Charakteristik u. s. w. S. 117.
3) *Simon*, Lehrb. d. medic. Ch. Bd. 2. S. 382.
4) *Canstatt*, Pathologie. 2. Aufl. Bd. 2. S. 182.
5) *Becquerel*, a. a. O. S. 324.
6) *Rayer*, Maladies des reins. T. 2. p. 579.
7) *Becquerel*, a. a. O. S. 394.
8) *Prout*, On the nature and treatm. of diseases. etc. 1848. p. 46.
9) *Nasse*, Unters. z. Physiol. u. Pathol. Bonn 1835. S. 215.
10) *Pickford*, Arch. f. phys. Hlk. Bd. 6. S. 85.
11) *Heinrich*, Rhein. Monatsschr. f. Aerzte. Bd. 1. S. 24.

finden wollen; wir haben schon an mehrern Orten in dem Obigen darauf aufmerksam gemacht, wie schwierig es ist, Caseïn von basischem Natronalbuminat und andern Proteïnkörpern zu unterscheiden; wir selbst haben nie Gelegenheit gehabt, wahrhaftes Caseïn im Harne nachzuweisen; aber auch in allen den Untersuchungen chylösen Harns (von *Chevallier*[1]), *Blondeau*[2]), *Rayer*[3]), *Bouchardat*[4]), *Golding Bird*[5]) u. A.) ist das Caseïn keineswegs mit wissenschaftlicher Genauigkeit nachgewiesen worden, man müsste denn an vollkommne Metastase der Milch auf die Nieren glauben. Dass aber Proteïnkörper in den Harn übergehen, deren Eigenschaften mit keiner der bekannten Proteïnverbindungen übereinstimmen und deren Modificationen auch nicht ohne Weiteres etwa von der Harnbeimischung abgeleitet werden können, ist durchaus nicht in Abrede zu stellen. So fand z. B. *Bence Jones*[6]) im Harne eines an „Knochenerweichung", jedenfalls aber auch an einer Nierenaffection leidenden Mannes neben den bekannten schlauchförmigen Körpern eine eigenthümliche eiweissartige Substanz, welche sich dadurch auszeichnete, dass sie in siedendem Wasser löslich war, und durch Salpetersäure präcipitirt sich beim Erwärmen wieder auflöste, beim Erkalten aber wieder ausschied; gegen Essigsäure und Blutlaugensalz verhielt sie sich ganz wie ein Proteïnkörper, ebenso gegen concentrirte Salzsäure, mit der sie eine prächtig purpurblaue Lösung gab; auch die Elementaranalyse bewies, dass sie eine den Proteïnkörpern ganz analoge Zusammensetzung hatte; sie enthielt 1,1% Schwefel, der durch Behandlung mit Kali u. s. w. sehr leicht nachzuweisen war. Der fragliche Harn enthielt übrigens 6,7 % von dieser Substanz. Diese Substanz kann nicht füglich für Albumin oder Caseïn erklärt werden, wenigstens so lange nicht, als wir nicht im Stande sind, durch Zusatz gewisser Substanzen das Albumin oder Caseïn in diese Substanz oder dieselbe in jene zu verwandeln; die Eigenschaften sind zu different, als dass sie mit einer der bekannten Modificationen irgend welcher Proteïnverbindung verglichen werden könnte.

1) *Chevallier*, Journ. de Chim. médic. T. 1. p. 179.
2) *Blondeau*, ebendas. S. 4. p. 41.
3) *Rayer*, L'Experience 1838. No. 42.
4) *Bouchardat*, Journ. de connaiss. médic. Août 1843.
5) *Golding Bird*, Lond. med. Gaz. Octbr. 1843.
6) *Bence Jones*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 67. S. 97—105.

Fett im Harn ist eine ziemlich seltene Erscheinung, wenn man absieht von dem Fett, welches sich von den äussern Genitalien namentlich bei Frauen dem Harne häufig beimischt. In der älteren Literatur ist sehr oft von fetthaltigem Harne die Rede, wo das Fett sich als schillerndes Häutchen auf der Oberfläche des Harns angesammelt haben sollte: allein in der grössten Mehrzahl der Fälle dürfte wohl jenes Häutchen nicht aus Fett, sondern aus der oben beschriebenen Kruste von Erdphosphaten und Fadenpilzen bestanden haben; denn diese Krusten gleichen oft täuschend einem Fetthäutchen, welches ich wenigstens auf dem Harne niemals wahrgenommen habe. Später sah *Nauche*[1]) gar dieses Häutchen als ein characteristisches Kennzeichen der Schwangerschaft an, und hat dadurch eine Unzahl Untersuchungen veranlasst, die noch dazu nur zu einem negativen Resultate führten. Das *Kiesthein* ist nichts als die oben S. 404 beschriebene Bildung von Tripelphosphatkrystallen, Pilzen und Conferven beim Alkalischwerden des Harns; wenn aber auch dieses Häutchen und der sich später bildende flockige Niederschlag nichts weniger als ein characteristisches Kennzeichen der Schwangerschaft ist, so darf doch keineswegs in Abrede gestellt werden, dass dieses Häutchen oder richtiger die schnelle Alkalescens im Harne schwangerer Frauen häufiger vorkommt, als sonst; der Harn Schwangerer ist nämlich in der Regel sehr wässrig und geht deshalb weit leichter in alkalische Gährung über; er enthält ferner häufig mehr schleimige, proteïnartige Substanz als andrer Harn und diess ist ein zweiter Grund, weshalb er leichter alkalescirt und zur Bildung jenes Häutchens geneigt ist. Ganz aus der Luft gegriffen ist also die Erfahrung von *Nauche* durchaus nicht, allein man muss sich überzeugt haben, dass der Harn Schwangerer, besonders wenn sie mehr Animalien genossen haben, diese Eigenschaft sehr oft nicht besitzt, und dass dagegen der dünne Harn hysterischer und chlorotischer Frauen ebensowohl als der schwach saure und albuminöse Harn ganz dieselben Erscheinungen wahrnehmen lässt, die man dem Harne Schwangerer für eigenthümlich hielt.

Fettreichthum hat man besonders dem sg. chylösen Harne und Milchharne vindicirt, in welchem das Fett in Bläschen wie in dem Chylus oder der Milch suspendirt sein soll. Leider ist über die Krankheitsformen, zu welchen sich ein solcher Harn gesellen kann, sehr wenig bekannt.

1) *Nauche*, Journ. de chim. méd. 2. Ser. T. 5. p. 64.

Wichtiger ist das Vorkommen von Fett in eiweisshaltigem Harne; schon Th. 1. S. 261 wurde erwähnt, dass Fett im Harn bei fettiger Nierenentartung erwartet werden könnte; meine Untersuchungen Bright'schen Harns haben bis jetzt diese Erwartung nicht gerechtfertigt; doch findet man zuweilen freie Fettbläschen im Harne, von denen aber immer schwer zu entscheiden ist, ob sie dem Harn angehören oder nur zufällig von aussen demselben beigemengt sind, zumal da ihre Menge stets sehr gering ist. In den spätern Stadien der Bright'schen Krankheit findet man indessen zuweilen einzelne Schläuche, die mit kleinen Fettbläschen oder Fettkörperchen gefüllt erscheinen und den Tubulis contortis bei Fettniere auffallend gleichen. In solchem Falle wäre wohl eine Diagnose der Fettniere aus dem Harne möglich.

Auch bei der vorsichtigsten Untersuchung findet man zuweilen Fettbläschen im Harn bei Krankheiten, die mit schneller Abmagerung verbunden sind; namentlich bei Leberleiden und bei den Zuständen, zu denen sich sg. hektisches Fieber zugesellt.

Dass Zucker im diabetischen Harne vorkommt, bedarf kaum der Erwähnung; ist doch der Zuckergehalt des Harns das einzige characteristische Kennzeichen des Diabetes mellitus. In anderm als diabetischen Harne hat man zwar öfter Zucker zu finden geglaubt (vergl. *Lersch*[1])); allein es war auf diese Erfahrungen nicht viel Werth zu legen, da die zur Entdeckung des Zuckers angewendeten Methoden nur zu leicht zu Täuschungen Veranlassung geben konnten; selbst die Trommer'sche Zuckerprobe, wenn auch mit aller Vorsicht angestellt, giebt bei entschiedenem Zuckergehalte gewöhnlichen Harns keine deutliche Reaction, während sie bei völliger Abwesenheit von Zucker den Unerfahrnen leicht zur Annahme von Zucker verleiten kann. Es ist bereits Th. 1. S. 297 erwähnt worden, dass *Prout* und *Budge* im Harn Arthritischer und Dyspeptischer, ich in dem einer Wöchnerin Zucker gefunden haben; ich halte die Erfahrungen der beiden genannten Forscher für um so richtiger, als ich jüngst nach der Th. 1. S. 293 angegebenen Methode im Harne eines Mannes, der an der ausgeprägtesten Arthritis litt, Zucker gefunden habe.

Beispiele von abnormen Pigmenten im Harn werden viele angeführt; die ziegelrothe Färbung des Sediments im Fieberharn ist keineswegs vom normalen Harnpigmente abhängig, doch möglicher Weise durch Oxydation aus demselben entstanden; wenigstens sieht man sehr oft das gewöhnliche Harnsediment (harnsaures Natron) auf

1) *Lersch*, Baier. medic. Correspondenzbl. 1846. S. 534.

dem Filter sich intensiv ziegelroth bis scharlachroth färben; näher untersucht ist es nicht; es ist aber früher bald *rosige Säure*, bald *Urerythrin* bald *Purpursäure* genannt worden. Blaue, grüne, violette und schwarze Pigmente sind im Ganzen selten im Harn beobachtet worden. Auf *Heller's* aus dem Harne dargestellte Pigmente ist bereits Th. 1. S. 326 aufmerksam gemacht worden; leider sind die darüber angestellten Versuche noch so unreif zu irgend einer Schlussfolgerung, dass selbst noch an der Existenz einzelner, wie *Uroxanthin*, *Urrhodin* zu zweifeln ist; am meisten erwiesen, genauerer Untersuchung am zugänglichsten dürfte noch das krystallisirbare *Uroglaucin* sein, welches auch von *Alois Martin*[1]) und von *Scherer* künstlich durch Einwirkung von Salpetersäure dargestellt worden ist. Dieses Uroglaucin kann möglicher Weise in dem blauen, violetten und schwarzen Harn früherer Beobachter enthalten gewesen und mit dem sg. *Cyanurin* identisch sein. Die Angabe *Heller's*, dass sehr oft der Bright'sche Harn so wie auch der bei Cholera auf Zusatz von viel concentrirter Salpetersäure blau gefärbt werde, ist leicht zu bestätigen; ich möchte aber meinen Erfahrungen nach sagen, dass nur, wenn urämische Symptome bereits eingetreten sind, jene Eigenthümlichkeit des Harns sich zu zeigen pflegt.

Gallensäuren kommen keineswegs so selten im Harn vor, als man geglaubt hat; schon *Pettenkofer* fand sie einmal im Harn bei Pneumonie vermittelst seiner Gallenprobe; auffallend ist, dass sie bei entschiedenem Icterus, selbst wenn der Harn reich an Gallenpigment ist, oft nur in sehr geringer Menge darin vorkommen oder gänzlich fehlen, während oft ein schwach pigmentirter Harn bei genauerer Untersuchung unverhältnissmässig grosse Menge Gallenharz erkennen lässt. Constant kommt Gallensäure übrigens im Harn Pneumonischer keineswegs vor, ja vielmehr selten; sonst habe ich wenigstens diese Substanz nie im Harne entdecken können, wenn nicht (wie bei der rechtseitigen Pneumonie oft) eine deutliche Affection der Leber vorhanden war.

Ueber das Vorkommen des Gallenpigments im Harn ist bereits Th. 1. S. 324 das Nöthige bemerkt worden.

Ebenso ist von dem Vorkommen jener seltneren Stoffe, dem *Xanthin* und dem *Cystin* bereits im 1. Th. S. 176 und 184 die Rede gewesen.

1) *Alois Martin*, Heller's Arch. Bd. 4. S. 191—196.

Unter welchen pathologischen Verhältnissen kohlensaures Ammoniak im Harn erscheinen könne, ist schon oben erwähnt worden.

Schwefelwasserstoff, wohl in der Mehrzahl der Fälle eben so wie kohlensaures Ammoniak entstanden, wurde von *Chevallier*[1]), *Höfle*[2]) und *Heller*[3]) einigemal im Harn Tuberculöser und Blatterkranker gefunden.

Buttersäure, welche zuerst von *Berzelius*[4]) im Harne nachgewiesen wurde, kommt nur selten in demselben vor und zwar ebensowohl in gesundem als in krankem. An eine bestimmte Krankheitsform scheint aber das Vorkommen der Buttersäure nicht gebunden zu sein; öfterer bin ich im Harne Schwangerer auf Buttersäure gestossen, als in dem nicht schwangerer Frauen und Männer.

Berzelius unterwarf mit Schwefelsäure versetzten Harn der Destillation, sättigte das saure Destillat mit Barytwasser, filtrirte und erhielt beim Abdampfen eine krystallinische Salzmasse, die mit Schwefelsäure viel Buttersäure entwickelte. Bei Wiederholung dieses Versuchs, wobei selbst sehr grosse Massen Harn einer solchen Behandlung unterworfen wurden, erhielt ich immer nur Spuren von Buttersäure; dagegen vermochte ich aus dem Harnrückstande einer nicht stillenden Wöchnerin am 3. 4. 6. 9ten Tage nach der Geburt, wo die Wöchnerin sehr kärglich genährt wurde, und auch wenig Appetit hatte, durch blosse Extraction mit Aether ein saures Fett auszuziehen, welches nach Buttersäure roch und übrigens die oben angegebenen Eigenschaften dieser Säure zeigte; wurde dann der mit Aether extrahirte Rückstand in Wasser gelöst, mit Schwefelsäure versetzt und ganz nach *Berzelius* behandelt, so gewann ich eine neue Quantität Buttersäure. Dieser buttersäurehaltige Harn war immer etwas trübe und mehr schmutzig- als bernsteingelb.

Ammoniaksalze, wie Salmiak und phosphorsaures Natron- oder Talkerde-Ammoniak, finden sich keineswegs in frischem gesunden Harn, so oft man auch deren Existenz in solchem behauptet hat. Die Versuche, welche die Nichtexistenz von Ammoniak im frischen Harn ausweisen, sind Th. 1. S. 426 angeführt. Dass die Efflorescenzen, welche beim Verdunsten eines Tropfen Harns unter dem Mikroskop zu bemerken sind, nicht von Salmiak, geschweige denn von phosphorsaurem Natron-Ammoniak herrühren, ist an dem oben angeführten Orte ebenfalls bemerkt worden. Wenn man aber andrerseits in frischem

1) *Chevallier*, Journ. de chim. méd. T. 1. p. 179.
2) *Höfle*, Medic. Ann. Bd. 11. S. 415.
3) *Heller*, Arch. Bd. 3. S. 24.
4) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 421.

Harne nach dem Verdunsten desselben unzweifelhaft Ammoniak nachgewiesen hat, so ist dieses erst das Product einer Zersetzung. Wir haben schon in dem Obigen darauf aufmerksam gemacht, wie leicht sich das Harnpigment umwandelt und den Harnstoff in seine Zersetzung mit hineinzieht. Man wird sich aber durch Wiederholung folgender von mir angestellter Versuche leicht davon überzeugen können, dass durch die Gegenwart von Ammoniak in noch so vorsichtig verdunstetem Harn durchaus nicht dessen Präexistenz im frisch gelassenen Harn zu erweisen ist. Dampft man z. B. ganz frischen Harn in einer Retorte bei möglichst niedriger Temperatur ein, so wird man im Destillate stets Ammoniak finden, während der rückständige concentrirte Harn oft stärker Lackmus röthet als vorher. Hier wirkt nämlich das saure phosphorsaure Natron des Harns zersetzend auf den Harnstoff oder den Farbstoff ein (wahrscheinlich auf beide); es bildet sich phosphorsaures Natron-Ammoniak, von dem bekannt ist, dass es bei einer Temperatur von 100° Ammoniak abgiebt und sich wieder in saures phosphorsaures Natron umwandelt; es wirkt also fort und fort auf jene stickstoffhaltigen Materien während des Verdunstens zersetzend ein, und der Harn kann daher nach wie vor seine saure Reaction behalten, während viel ammoniakalische Flüssigkeit überdestillirt. Kocht man reinen Harnstoff oder das durch Schwefelsäure von allen Basen und also auch von Ammoniak befreite alkoholische Harnextract nach Sättigung der Schwefelsäure durch Kali oder Natron mit saurem phosphorsauren Natron, so wird man sich von der Richtigkeit der eben versuchten Erklärungsweise für diese auffallende Erscheinung überzeugen. Versetzt man durch Gefrieren concentrirten Harn mit Platinchlorid und Alkohol, so fällt nur Kaliumplatinchlorid, aber kein Platinsalmiak nieder; setzt man Aetzkali zu solchem Harn, so zeigt der Niederschlag bei der mikroskopischen Untersuchung nicht die bekannten sternförmig gruppirten Blättchen des basisch phosphorsauren Talkerde-Ammoniaks, sondern nur amorphe Materie; auch durch chemische Mittel ist kein Ammoniak in diesem Niederschlage nachzuweisen.

Dass sich in krankhaftem, alkalischen Harne von Menschen Ammoniaksalze vorfinden, versteht sich hiernach wohl von selbst: allein auch in saurem Harne von Kranken findet man zuweilen Ammoniaksalze, wie ich mich an ganz frischem sauren Harne von Typhuskranken überzeugt habe. Es ist aber ausserordentlich schwierig, mag man zur Ammoniakbestimmung Platinchlorid oder Talkerdesalze nach *Lie-*

big[1]) oder nach *de Vry*[2]) anwenden, die Mengen Ammoniak auch nur annähernd genau zu bestimmen, da solcher Harn in der Regel zur Zersetzung sehr geneigt ist und aus einer Harnprobe nichts geschlossen werden kann; denn auch hier ist es nöthig, den in einem bestimmten Zeitraume gesammelten Harn zur Bestimmung zu verwenden. Aus diesem Grunde ist es auch schwer zu entscheiden, in welchen Krankheitsformen vorzugsweise der saure Harn ammoniakhaltig ist.

De Vry's Methode, Ammoniak im Harn quantitativ zu bestimmen, ist folgende: der frische Harn wird zur Entfernung der Erden mit doppeltkohlensaurem Natron versetzt, filtrirt und dann schwefelsaure Talkerde zugefügt; durch letztere wird wegen Gegenwart des phosphorsauren Natrons im Harne phosphorsaure Talkerde-Ammoniak gefällt, aus welcher das Ammoniak zu berechnen ist. Soll diese Methode zu genaueren Bestimmungen benutzt werden, so ist zweierlei dabei zu berücksichtigen; erstens fällt nämlich durch das doppeltkohlensaure Natron schon Ammoniak mit der Talkerde nieder, und zweitens ist es möglich, dass das phosphorsaure Natron des Harns nicht ausreicht, um alles Ammoniak mit der Talkerde zu verbinden und auszufällen; beide Mängel würden sich jedoch leicht umgehen lassen, der erste durch Bestimmung der Talkerde in dem durch kohlensaures Natron erhaltenen Präcipitate, der letztere durch Zusatz überschüssigen phosphorsauren Natrons (*Berzelius*[3]).

Das Vorkommen von Salpetersäure, welches nach *Prout*[4]) *Wurzer*[5]) in ziegelfarbenen Harnsedimenten beobachtet haben wollte, dürfte um so mehr zu bezweifeln sein, als die angewendete Untersuchungsmethode zu einer Täuschung leicht Veranlassung geben konnte.

Indem wir uns nun zur Betrachtung der analytischen Methoden wenden, welche zur Untersuchung des Harns angewendet oder empfohlen worden sind, kommen wir zu einem der unerfreulichsten Capitel der ganzen physiologischen Chemie. Wenn wir beim Blute schon manche vergebliche Bemühungen, manchen unnütz vergossenen Schweiss zu bedauern hatten, so haben wir dazu noch viel mehr Grund bei Betrachtung der meisten vorliegenden Harnanalysen. Diese Harnanalysen sind es besonders, welche die zoochemischen Untersuchungen bei wirklichen Chemikern in solchen Misskredit gebracht haben, dass man sie häufig mit den berüchtigten Analysen von neuen und alten Droguen in eine Classe geworfen hat. Trotz dieses traurigen Standpunktes der Harnanalyse werden wir nicht in die An-

1) *Liebig*, Ann. d Ch. u. Pharm. Bd. 50. S. 195.
2) *De Vry*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59. S. 383.
3) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 17. S. 628.
4) *Prout*, a. a. O.
5) *Wurzer*, a. a. O.

fangsgründe der analytischen Chemie, der Physik und der Arithmetik eingehen, Disciplinen, die man sämmtlich bei Anstellung von Harnanalysen mit Füssen getreten hat, wie leicht zu erweisen sein dürfte. Wir halten es geradezu für unwürdig der Wissenschaft, in einer physiologischen Chemie auf die Elemente der Naturbeobachtung, auf die einfachsten physikalischen Lehren, auf simple Proportionsrechnung oder Regeldetriexempel zurückzukommen und gestatten uns dem, was bereits im ersten Theile über die Entdeckungsweisen und Bestimmungsmethoden einzelner Bestandtheile des Harns gesagt worden ist, nur noch weniges hinzuzufügen.

Wenn aber die Analysen des Harns der Pathologie noch wenig Früchte getragen haben, so liegt die Schuld immer noch weniger an den Analytikern, als an den Aerzten selbst; so lange diese in dem Missverständnisse dessen befangen sind, was die chemische Analyse zu leisten vermag und was nicht, wird ihnen selbst die beste Harnanalyse nichts nützen; so lange sie nicht selbst dem Chemiker Fragen zu stellen verstehen, wird ihnen die pathologische Chemie auch nicht die erwünschte Antwort geben können; so lange die Aerzte endlich die chemischen Agentien nur als diagnostisches Handwerkzeug, gleich Stethoskop und Plessimeter, verwenden zu können wähnen, werden auch die chemischen Untersuchungen des Harns ihnen unverständlich bleiben und die unter ihren Auspicien ausgeführten Harnanalysen den unreinlichsten Versuchen beigezählt werden müssen.

Was zunächst die rein diagnostische Untersuchung des Harns betrifft, so reicht zur Beantwortung der gewöhnlich am Krankenbette gestellten Fragen die Anwendung des Mikroskops und einiger wenigen chemischen Reactionen aus. Ist der Harn sauer, so können durch das Mikroskop, wie aus dem Obigen hervorgeht, Schleimkörperchen oder Eiterkörperchen (bei fälschlich sogenanntem chylösen Harn, wie er z. B. die Pyelitis fast constant begleitet), Epithelien, Spermatozoïden, Schläuche aus den Bellini'schen Röhrchen, Blutkörperchen u. dergl. mehr erkannt werden; ausserdem aber harnsaures Natron, oxalsaurer Kalk und Cystin; ist der Harn alkalisch, so wird man durch das Mikroskop allein phosphorsaures Talkerde-Ammoniak, harnsaures Ammoniak und andre morphotische Elemente leicht unterscheiden können.

Um harnsaures Natron von Harnsäure in einem Sedimente zu unterscheiden, bedarf es nach der mikroskopischen Untersuchung

in der That nicht erst noch der Erwärmung des Harns, durch welche sich, wie Th. 1. S. 220 erwähnt, das harnsaure Natron auflöst.

Würde man fürchten, die moleculären Massen harnsauren Natrons mit anderen Molecülen unter dem Mikroskop zu verwechseln, so lasse man dem Objecte einen Tropfen Salzsäure (Essigsäure wirkt oft unvollständig oder sehr langsam ein) zufliessen und man wird die rhombischen Harnsäurekrystalle entstehen sehn.

Um gewisse Krystallformen des Tripelphosphats nicht mit oxalsaurem Kalk zu verwechseln, lasse man nach Th. 1. S. 46 dem mikroskopischen Objecte etwas Essigsäure zufliessen.

Die sechsseitigen Tafeln des Cystins sind leicht mit den analogen Formen der Harnsäure zu verwechseln und vielleicht auch schon verwechselt worden. Zusatz von Säuren lässt sie jedoch leicht unter dem Mikroskop unterscheiden, da die (gewöhnlich gelb gefärbten) Harnsäurekrystalle in diesen unlöslich sind, während die (meist farblosen) des Cystins sich leicht darin auflösen. Ueber die chemischen Erkennungsmittel des Cystins haben wir Th. 1. S. 184 gesprochen.

Andre Stoffe, wie *Harnstoff*, *Hippursäure*, *Harnsäure* (wenn sie nicht im Sedimente enthalten ist), *Eiweiss*, *Zucker*, *Gallensäuren* und *Gallenpigment* können nur auf chemischem Wege im Harn nachgewiesen werden und zwar nach den Methoden, die wir unter den betreffenden Stoffen bereits im ersten Theile mit specieller Berücksichtigung der Harnanalyse angeführt haben.

Der Entdeckungsweise von *Buttersäure*, gewissen abnormen *Pigmenten*, des *Ammoniaks* ist erst in dem Obigen Erwähnung gethan worden.

Was nun noch einige unorganische Bestandtheile betrifft, so hat man sich zu deren ungefährer quantitativer Bestimmung der bei der qualitativen Analyse gebräuchlichen Reagentien bedient, d. h. um ein Plus oder Minus von Salzsäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kalk im Harne zu erkennen, setzte man ohne Umstände einzelnen Proben des Harns salpetersaures Silberoxyd, essigsaures Bleioxyd, Chlorbaryum, oxalsaures Ammoniak zu; ein selbst für die ärztlich diagnostische Untersuchung durchaus nicht zu rechtfertigendes Verfahren. Man müsste dann wenigstens die mit normalem Harn zu vergleichenden Harnsorten auf einen gleichen Dichtigkeitsgrad durch Concentration zu bringen suchen; nur dann wäre ein Vergleich des Volumens der Niederschläge denkbar; das würde aber ebensoviel Arbeit verlangen, als man sich eben ersparen will. Es ist aber jedem Beobachter

wohl an sich klar, dass diese Schätzung nach dem Volumen des Präcipitats schon für sich allein nicht auf den geringsten Grad von Genauigkeit Anspruch machen kann. Und was ist denn in den präcipitirten Metallsalzen alles enthalten, selbst wenn man sorgsam Salpetersäure zum Kenntlichmachen des Chlorsilbers oder schwefelsauren Baryts anwendet? werden durch Metalle nicht aus dem Harn, namentlich krankhaftem, eine Menge organischer Substanzen mit gefällt werden? Oder will man etwa aus der Farbe des Harns auf dessen Dichtigkeit schliessen und darnach seine Schätzung über das Mehr oder Weniger jener Stoffe einrichten? Die Aerzte mögen sich hüten, durch solche leichtfertige chemische Proben zu neuen Irrthümern verleitet zu werden, während sie von den alten kaum durch physikalische und anatomische Untersuchungen befreit worden sind. Man würde aber in der That zu weit gehen, wollte man die hier gemissbrauchten Mittel deshalb gänzlich bei Anstellung wissenschaftlicher Harnuntersuchungen vermeiden. Würde man z. B. sich von der Vermehrung oder Verminderung der Phosphate in irgend einer Krankheit zu unterrichten suchen, so würde man den von je 24 St. gesammelten und in möglichster Kühle aufbewahrten Harn mit Ammoniak zur Entfernung der Erden und des grössten Theils der Harnsäure versetzen und der filtrirten Flüssigkeit schwefelsaure Talkerde zusetzen können; man würde in dem ersten Niederschlage nach dem Verbrennen desselben die Erdphosphate haben, aus dem zweiten das phosphorsaure Natron berechnen können. Wollte man die Menge des in einer gewissen Zeit durch den Harn ausgeschiedenen Kalks kennen lernen, so würde es ausreichen, den filtrirten Harn mit oxalsaurem Ammoniak zu fällen (vorausgesetzt, dass der Harn sauer war) und nach den Regeln der analytischen Chemie den oxalsauren Kalk auszuwaschen, zu glühen, zu wägen und daraus den Kalk zu berechnen. Fällt man angesäuerten Harn mit einem Barytsalze, so wird man den Schwefelsäuregehalt desselben ungefähr bestimmen können; beobachtet man aber auch alle Regeln der Kunst, so wird man beim Glühen einen kohlehaltigen schwefelsauren Baryt erhalten, der nach dem Verbrennen der Kohle alkalisch reagirt oder mit Säuren Luftblasen entwickelt. Aehnliches gilt von der Bestimmung des Chlors im Harn durch unmittelbare Fällung.

Eine Bestimmung des Kalis im Harne durch Platinchlorid würde aus kaum erst noch zu erklärenden Gründen den vorerwähnten Bestimmungen an Ungenauigkeit nicht nachstehen.

Rücksichtlich der qualitativen Untersuchung des Harns ist noch

zu bemerken, dass es sehr vortheilhaft ist, den Harn längere Zeit stehen zu lassen und ihn von Zeit zu Zeit mikroskopisch zu untersuchen; die Art der physikalischen Veränderungen, die Schnelligkeit des Eintritts derselben, die Veränderung der Reaction auf Pflanzenfarben geben, wie wir oben bei der „Harngährung" gesehen haben, gerade über die Gegenwart solcher Stoffe oder Eigenschaften des Harns Aufschluss, welche sonst chemisch gar nicht nachweisbar sind.

Auf die Angaben des specifischen Gewichts des Harns hat man einen höhern Werth gelegt, als sie für die Wissenschaft wirklich haben, und als sie den Methoden der Dichtigkeitsmessung nach verdienen. Was nützt denn eigentlich die Bestimmung des specifischen Gewichts? Die des Harns sicher weit weniger, als die irgend einer andern thierischen Flüssigkeit. Man kann es fast als Gesetz betrachten, dass das Blut und die meisten andern thierischen Flüssigkeiten sich immer auf einem bestimmten Dichtigkeitsgrade zu erhalten suchen, der gerade zu ihrer Function nothwendig ist; die Schwankungen im specifischen Gewichte solcher Säfte sind daher nur sehr gering; um so wichtiger ist es daher, grössere Schwankungen desselben an ihnen zu beobachten. Ganz anders verhält es sich mit dem Harn, der fast jeden Augenblick seinen Concentrationsgrad ändert; dienen doch gerade die Nieren dazu, die übrigen thierischen Säfte auf der ihnen zukommenden Mischung und in dem ihnen eigenthümlichen Concentrationsgrade zu erhalten; bald werden neben den Trümmern der Gewebsmetamorphose mehr Salze, bald mehr bald weniger Wasser abgeführt. Wir haben schon oben angedeutet, von wieviel verschiedenen äussern und innern Bedingungen die Wassermenge abhängig ist, welche durch die Nieren ausgeschieden wird; was nützt uns nun die Kenntniss des specifischen Gewichts eines Harns, wenn uns eben jene Bedingungen im Einzelfalle nicht hinlänglich bekannt sind?

Aber am Krankenbette wird man wohl aus dem specifischen Gewichte eines Harns bedeutsame Schlussfolgerungen auf den Ablauf des krankhaften Processes oder gar auf Erkenntniss der Krankheit ableiten? Trotz der so empfohlenen Schnelldichtigkeitsmesser, der sg. *Urometer* oder *Urinhydrometer*, die man in den verschiedensten Formen und nach verschiedenen Principien construirt hat, bemerkt man nicht, dass durch die genauere Bestimmung des specifischen Gewichts des Harns irgend eine grössere Aufklärung, ein helleres Licht über den vorliegenden Krankheitsprocess verbreitet würde. Und es ist auch nicht viel Licht zu erhalten, denn am kranken Organismus ist es

noch weit schwieriger, aus der Dichtigkeit des Nierensecrets einen wissenschaftlichen Schluss abzuleiten, als am gesunden. Aber benutzt man denn nicht das specifische Gewicht des Harns zur Diagnose des Diabetes mellitus? Gerade hierbei sieht man, dass die Dichtigkeitsbestimmung mehr in der Idee als in der Wirklichkeit wichtig ist; das specifische Gewicht des diabetischen Harns ist gerade da, wo es noch auf die Diagnose ankommt, oft gar nicht erheblicher, als das andern Harns; ist der Diabetes einmal ausgebildet, so ist ebendasselbe sehr oft der Fall und dann muss man die Farbe, die Reaction des Harns, die täglich entleerte Menge zu Hülfe nehmen, wenn man einmal aus dem Harne allein diagnosticiren will; allein ist es dann nicht einfacher, ohne Weiteres die leicht auszuführende Zuckerreaction anzustellen, die noch überdiess mehr diagnostische Geltung hat, als alle jene Charactere zusammengenommen; wozu will man erst ein schlechtes Mittel brauchen, wenn Einem ein gutes zu Gebote steht? Doch vielleicht könnte der von englischen Aerzten angenommene Harnstoffdiabetes aus dem specifischen Gewichte des Harns diagnosticirt werden. Diese Krankheit ist, soviel bekannt, auf dem Continente noch nicht beobachtet worden, und fast möchte man bezweifeln, dass sie je beobachtet werden wird; denn eine Krankheit, die ohne besonders anatomisch nachweisbares organisches Leiden darin bestehen soll, dass alle Gewebe sich in Harnstoff umwandeln, ist physiologisch nicht recht denkbar; wie schnell müsste der Ablauf dieser für chronisch ausgegebenen Krankheit sein, wenn täglich solche Massen Harnstoff als Trümmer der Gewebe und nicht als Folgen einer guten Verdauung grösserer Fleischquantitäten durch den Harn abgingen.

Das specifische Gewicht des Harns hat man aber niemals etwa seines absoluten Werthes wegen bestimmt, sondern immer nur zu dem Zwecke, darnach den Gehalt dieser Flüssigkeit an festen Bestandtheilen und an Wasser zu bestimmen. Man glaubte, dass aus dem specifischen Gewichte sich mit Leichtigkeit der Rückstand des Harns bestimmen lasse und zu dem Ende haben z. B. *Fz. Simon*[1]), *Bequerel*[2]) und *G. Bird*[3]), Scalen aufzustellen versucht, aus welchen nach Angabe des specifischen Gewichts sofort der feste Rückstand des Harns zu ersehen ist. Die vollkommne Unbrauchbarkeit solcher Scalen, die

1) *Fz. Simon*, Beiträge z. med. Ch. u. Mikrosk. Bd. 1. S. 77 u. 143.

2) *A. Becquerel*, Semeïotique etc. p. 33.

3) *G. Bird*, London medic, Gaz. New. Ser. V. 1. p. 138.

ich[1]) nach einigen Versuchen früher dargelegt hatte, ist später von *Chambert*[2]) durch eine grössere Reihe von Untersuchungen am Harne Gesunder bewiesen worden. Es geht aus diesen Versuchen zur Evidenz hervor, dass nicht einmal zwischen dem Salzgehalte des Harns und seiner Dichtigkeit eine bestimmte Proportion statt finde, geschweige denn, dass zwischen den organischen Materien und der Dichtigkeit der Flüssigkeit eine solche obwalte. Man vergleiche aber nur die von den genannten drei Auctoren in ihren Scalen aufgestellten Zahlen, und man wird staunen über die Differenz der Resultate; die in der ersten Reihe sich herausstellende Differenz kehrt fast constant bei allen Angaben der genannten Forscher wieder; für den Harn, dessen specifisches Gewicht = 1,010 ist, giebt *Becquerel* 1,650 %, *Simon* 1,927 % und *Bird* 2,327 % an, bei einem specifischen Gewichte von 1,020 der erstere 3,300%, der zweite 4,109% und der dritte 4,659% u. s. f. Ist doch hier die enorme Verschiedenheit der Befunde von den verschiedenen Methoden abzuleiten, welche die einzelnen Beobachter zur Bestimmung des specifischen Gewichts sowohl als des festen Rückstandes einschlugen, so beweist z. B. die Becquerel'sche Tabelle, wo die Zunahme des specifischen Gewichts um je ein Tausendtheil stets den Harnrückstand um 0,165 % vermehrt, dass diese allen Gesetzen der Physik widersprechende Progression durchaus nicht die richtige sein kann. Wir müssten die Anfangsgründe der Physik erörtern, wollten wir hier erst noch nachweisen, warum zwei und drei Arten Harn z. B. dasselbe specifische Gewicht und doch verschiedene Mengen fester Bestandtheile haben können und warum umgekehrt Harnsorten von gleichem Gehalte an festen Stoffen doch ein ziemlich verschiedenes Gewicht zeigen können. Doch zur völligen Widerlegung der Brauchbarkeit dieses Verfahrens verweisen wir auf das, was wir über die Bestimmung des specifischen Gewichtes als Controlemittel für die chemische Analyse S. 4—6 bemerkt haben. Aus *Schmidt's* positiven Untersuchungen ersieht jeder, dass eine bestimmte durch eine Zahl ausdrückbare Progression im specifischen Gewichte der der Zunahme der festen Bestandtheile nicht entsprechen kann; ja bei der Harnanalyse dürfte selbst die von *Schmidt* vorgeschlagene Bestimmung des specifischen Gewichts *als Raumcontrole* für die chemischen Bestimmungen nur zu einer illusorischen Genauigkeit führen;

1) *Lehmann*, Schmidt's Jahrbb. Bd. 47. S. 5.

2) *Chambert*, Recueil des Mémoires de méd. et pharm. milit. T. 58. p. 328.

die Gründe für diesen Zweifel liegen theils in noch bestehender Unkenntniss des Verdichtungscoëfficienten mehrerer Harnbestandtheile, deren Menge gerade sehr wechselnd im Harn ist, theils in der völligen Unmöglichkeit einzelne im Harn enthaltene Stoffe auch nur einigermassen genau quantitativ zu ermitteln.

Obgleich wir es in einer physiologischen Chemie für ganz unpasslich halten, näher auf die Methoden der Dichtigkeitsbestimmungen und ihren Werth einzugehen, da alles diess aus der Physik oder wenigstens aus der praktischen Chemie bekannt sein muss: so können wir doch nicht umhin, denen einige Andeutungen darüber zu geben, welche sich noch kein Urtheil über die namentlich in der pathologisch-chemischen Literatur aufgestapelten Angaben von Dichtigkeitsmaassen gebildet haben. Die gewöhnlichen Mittel, deren man sich zur Bestimmung des specifischen Gewichts thierischer Flüssigkeiten bedient hat, sind die eigentlichen Aräometer, die hydrostatische Waage und die directe Wägung gleich grosser Volumina destillirten Wassers und der fraglichen Flüssigkeit. Dass die Aräometer, auch wenn sie für eine bestimmte Temperatur eingerichtet und sonst gut construirt sind, immer nur annähernd richtige Zahlen geben, verdient nicht erst hier wiederholt zu werden. Wenn man aber das Aräometer bei Flüssigkeiten benutzt, in welchen mehr oder weniger feste Theile suspendirt sind, so irrt man, wenn man auch nur eine leidlich annähernde Bestimmung erhalten will (indem man das ganze Princip der Aräometrie verkennt) oder man will nichts weiter, als ein nur höchst ungefähres Resultat. Mag man sich aber auch bei Harnanalysen mit ungefähren Bestimmungen begnügen, bei allen andern thierischen Flüssigkeiten sind sie verwerflich; denn soll das specifische Gewicht nicht bloss des Decorums wegen neben der Analyse stehen, so kann die ungefähre Bestimmung desselben nur irre führen. Das hier Gesagte gilt natürlich auch von allen andern Methoden, die Dichtigkeit von Flüssigkeiten zu bestimmen, von diesen aber um so mehr, als sie zu genauern Resultaten, als die eigentlich aräometrischen Bestimmungen, berechtigen.

Unter den verschiedenen Aräometern verdient nur eines besondere Erwähnung, welches meiner Erfahrung nach weit bessere Resultate giebt, als man a priori seiner Construction nach erwarten sollte; dieses ist das von *Alexander*[1]) in München angegebene; es beruht darauf, dass zwei Flüssigkeiten in verschiedenen Röhren, die durch

1) *Alexander,* Polytechn. Centralb. 1847. Hft. 6. S. 361.

einen lufthaltigen Raum mit einander communiciren, an den durch die verschiedenen Flüssigkeiten gesperrten Enden aber mit der Atmosphäre in Berührung sind, bei Verdünnung jenes eingeschlossenen Luftvolumens (durch eine kleine Pumpe) je nach ihrem specifischen Gewichte zu verschiedenen Höhen aufsteigen. Unter allen Schnelldichtigkeitsmessern ist dieser noch der beste, zumal da hier die Einflüsse der Temperatur und des Luftdrucks fast 0 sind.

Die Benutzung der *hydrostatischen Waage mit Glasbirne* ist im Allgemeinen genauer, als die der Aräometer; allein wendet man dabei auch alle Cautelen an, so ist damit doch nicht die Genauigkeit zu erreichen, wie durch die unmittelbaren Volumenwägungen. Die Mängel dieser Methode beruhen hauptsächlich auf der hier völlig unvermeidlichen Verdunstung eines Theils Wasser der thierischen Flüssigkeit und besonders auf dem Umstande, dass die Waage beim Wägen der Glasbirne im Wasser und besonders in der thierischen Flüssigkeit einen weit minder scharfen Ausschlag giebt, als beim Wägen der Birne in der Luft; einigermassen zähe Flüssigkeiten, z. B. schon Blutserum, dürfen deshalb gar nicht auf diese Weise behandelt werden; Blut, namentlich der vom Blutkuchen abgepresste Cruor, kann aber gar nicht auf diese Weise untersucht werden; denn beim Wägen der Birne in diesem geben oft ein oder zwei Centigramme keinen Ausschlag mehr. Wenn aber auch ferner das unvermeidliche Anhaften von Luftblasen an die Glasbirne diese Dichtigkeitsbestimmung für das Blut nicht verböte, so würde aus bekannten physikalischen Gründen diese Methode auf eine Flüssigkeit, in welcher feste Theile und zwar ungleich vertheilt sind, irrationell sein.

Die gewöhnliche Methode, das specifische Gewicht durch *directe Wägungen gleicher Volumina* in Glasfläschchen zu bestimmen, ist die beste, allein leider kann ihr Werth ausserordentlich geschmälert werden, wenn nicht dieselbe Aufmerksamkeit und Sorgfalt auf sie verwendet wird, wie solche manche medicinische Chemiker höchstens nur bei den ihnen nicht recht gewohnten Elementaranalysen für nöthig erachten. Es ist bei dieser Methode nicht damit abgethan, dass man erst die leere und wohl ausgetrocknete Glasflasche wägt, dann dieselbe mit Wasser und endlich mit der zu untersuchenden Flüssigkeit; man muss zunächst etwas zu rechnen verstehen, um die wegen verschiedener Temperatur und Barometerstand nöthigen Correctionen vorzunehmen; man muss ferner bedenken, dass man die Wägungen nicht im luftleeren Raume vornimmt, dass aber das specifische Gewicht nur einen Sinn hat, wenn

man es auf den luftleeren Raum reducirt. Alles diess ist sehr leicht, sobald man das specifische Gewicht des Glases, den Ausdehnungscoëfficienten der Luft und des Wassers kennt; die Berechnung selbst kann man durch Benutzung der Logarithmen oder durch ein Paar algebraische Gleichungen ausserordentlich abkürzen. Wer nicht selbst die hierzu nöthigen Formeln zu construiren verstehen sollte, den verweisen wir auf *Berzelius* Lehrb. d. Ch. 3. Aufl. Bd. 10. S. 285, *C. Schmidt*, Entwurf einer Untersuchungsmethode thierischer Säfte oder auf jedes gute Compendium der Physik.

Bei wie wenigen der bisherigen zahlreichen Dichtigkeitsbestimmungen thierischer Flüssigkeiten wird man aber wohl alle diese Correctionen der Mühe für werth gehalten haben! Von ihrer Nothwendigkeit wird sich jeder leicht überzeugen können, der nach einer solchen Bestimmung die gewonnenen Resultate mit und ohne die erwähnten Correctionen vergleicht. Leider finden wir äusserst selten bei Angabe des specifischen Gewichts zugleich die Methode der Bestimmung desselben angeführt, während diess hier ebenso nothwendig ist, als bei den Zahlenresultaten der Analyse die Mittheilung des bei derselben beobachteten Verfahrens. Darf man aber wohl, wenn diese wesentlichen Punkte der Berechnung des specifischen Gewichts vernachlässigt worden sind, mit vollem Vertrauen sich auf die stattgehabte gute technische Ausführung einer solchen Bestimmung verlassen? darf man glauben, dass der Experimentator, welcher die Einflüsse der Temperatur und die Ausdehnbarkeit der verschiedenen bei solchen Messungen concurrirenden Medien vernachlässigt hat, frisch ausgekochtes destillirtes Wasser vor jedem einzelnen Versuche zur Raumbestimmung verwendet haben wird, dass er das Glas nicht mit den Wärme ausströmenden reinlichen oder schweissigen Händen, sondern mit einem Wärme schlecht leitenden Stoffe angegriffen und getrocknet, dass er das kleinste Luftbläschen vermieden und Glaspfropfen oder Glasplatte vor dem Aufsetzen auf die Fläche zur Entfernung der adhärirenden Luft vorher angefeuchtet, dass er zur Austrocknung des Fläschchens sich nicht der gewöhnlichen Leinwand oder Papierstreifen (was zu mehr als einer Ungenauigkeit Veranlassung giebt), sondern reinlicherer Mittel bedient haben wird? u. s. w.

Das Austrocknen der Flasche mittelst Draht, der mit Leinwand oder Papier umwickelt ist, ist nicht nur sehr mühsam und zeitraubend, sondern kann auch zu kleinen Fehlern Veranlassung geben; es ist daher vorzuziehen, entweder die Flasche ins Vacuum über Schwefelsäure zu bringen, wo der Zweck ausser-

ordentlich schnell und sicher erreicht wird, oder aus der in warmen Sand gebrachten Flasche immerwährend mittelst einer auf den Boden derselben gehenden Röhre, wie beim Rauchen, Luft durchzuziehen. Nach diesen Methoden, die jedem Chemiker bekannt sind, bemerkt man selbst den feinsten Hauch auf der innern oder äussern Oberfläche des Glases. Wir führen diese dem Chemiker geläufige Operation nur an, um dem weniger hiermit Vertrauten an dieser scheinbar leicht ausführbaren Operation zu zeigen, welche Sorgfalt und Aufmerksamkeit die einfache Ermittlung des specifischen Gewichts einer Flüssigkeit verlangt.

Wenn wir, ohne doch eigentlich auf die Dichtigkeitsbestimmungen näher einzugehen, so viel Worte über die dabei nöthige Genauigkeit gemacht haben, dass wir in Pedanterie verfallen zu sein scheinen könnten, so ist wohl die Bemerkung nicht ganz überflüssig, dass uns zwei der Methodologie angehörige Gründe hierzu bestimmt haben. Der eine ist schon oben hervorgehoben: soll die Dichtigkeitsbestimmung einen wissenschaftlichen Zweck haben, z. B. als Raumcontrole der chemischen Analyse zu dienen, sie mit der specifischen Wärme, dem Strahlenbrechungs- und Polarisationsvermögen zu vergleichen u. s. w., so muss die äusserste Genauigkeit darauf verwendet werden; denn ohne diese würde man neben den ohnediess unvermeidlichen Beobachtungsfehlern den vorschwebenden wissenschaftlichen Zweck nimmermehr erreichen. Nicht die Methode allein thut es in der Forschung, sondern mehr noch ihre sorgfältige Ausführung; mit der feinsten Waage macht Einer sehr schlechte Wägungen, während ein Anderer mit einer weniger guten (aber nur genauen Gewichten) die besten Gewichtsbestimmungen auszuführen versteht. Eben so ist der zweite Grund, der uns zu dieser weitläufigen Discussion veranlasste, bereits aus dem Obigen ersichtlich; alle jene ungefähren Dichtigkeitsmessungen, die nur des Decorums wegen der chemischen Analyse zur Seite gestellt oder zur ungefähren Schätzung des Wassergehalts einer Flüssigkeit ausgeführt worden sind, also keinen der eben angedeuteten wissenschaftlichen Zwecke haben, halten wir für völlig überflüssig; denn es scheint uns, dass die Zeit und die Mühe, die wir auf ein unnützes und zweckloses Experiment verwenden, der Wissenschaft entzogen ist und wir an ihr uns versündigen, während wir wahrlich nicht Ursache haben, wie Alexander bei Philipps Eroberungen zu klagen, dass nur wenig uns noch zu thun übrig bleibe.

Indem wir zur quantitativen chemischen Analyse des Harns übergehen, brauchen wir im Allgemeinen wohl nur kurz zu erwähnen, dass stets bei Harnuntersuchungen, bei welchen es darauf ankommt,

das quantitative Verhältniss der ausgeschiedenen Harnbestandtheile kennen zu lernen, entweder der gesammte innerhalb gewisser Zeiten (wohl am besten innerhalb 24 St.) entleerte Harn zu analysiren und dessen Zusammensetzung mit der andern normalen oder krankhaften, in gleichen Zeiten entleerten Harns zu vergleichen ist, oder dass man, sobald diess nicht thunlich oder für den Zweck der Untersuchung nicht erforderlich ist, den Wassergehalt völlig ignorirt und nur die Proportionen der festen Bestandtheile unter einander ermittelt (d. h. die Bestandtheile auf 100 Th. festen Rückstands berechnet). Man hat wohl hauptsächlich nach dem Vorgange von *Becquerel's* und meinen Untersuchungen[1]) über das ersterwähnte Erforderniss einer rationellen Harnuntersuchung sich zu wiederholten Malen so weitläufig ergangen, dass es eben so nauseos als überflüssig sein möchte, auf die Gründe, die uns zur Aufstellung dieser Regel veranlassten, wieder zurückzukommen, zumal da diese einfacher Weise aus allem dem schon erhellen, was wir bereits über den Harn bemerkt haben und in dem weitern hervorzuheben veranlasst sind. Es scheint uns aber, als wäre man hier in dem Urgiren einer an sich ganz richtigen und wichtigen Sache viel zu weit gegangen. Es kann durch jene Regel die Analyse eines nicht 24stündigen Harns nicht verboten, nicht völlig ausgeschlossen werden. Ganz abgesehen davon, dass rein chemische Gesichtspunkte die Analyse eines durch einmalige Entleerung der Blase erhaltenen Harns nicht etwas bloss entschuldigen, nein geradezu verlangen: so kann auch das andre von mir ebenfalls früher hervorgehobene Verfahren, wornach man die festen Bestandtheile unter einander vergleicht, ohne gerade 24stündigen Harn in Arbeit genommen zu haben, zu wahrhaft wissenschaftlichen, zu rein physiologischen Resultaten führen. Die Vergleichung der Zahlen der festen Bestandtheile unter einander giebt oft ganz unerwartete Aufschlüsse, die wenigstens aus dem reinen Vergleiche der vollständigen Analyse des 24stündigen oder nicht 24stündigen Harns nicht zu erhalten waren. Wir erinnern beispielsweise nur daran, dass wir, wie oben S. 88 ff. gezeigt, aus dem Vergleiche der festen Bestandtheile des Lebervenenblutes mit denen des Pfortaderblutes eine Anzahl Schlüsse auf die in der Leber vor sich gehenden Umwandlungen für die Physiologie der Leberfunction und Blutverjüngung gezogen haben, Schlüsse, zu denen man ohne diese Berechnungsweise nicht gelangt wäre. Noch viel wichtiger ist diess

1) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 25. S. 1—21 und Bd. 27. S. 257.

für die Untersuchung des Harns, zumal da hier (sei er 24stündig oder nicht) das Wasser im Ganzen eine weit weniger wichtige Rolle spielt oder wenigstens nicht in so bestimmten speciellen Beziehungen zu den festen Bestandtheilen steht, wie in andern thierischen Säften. Ein rigoröses Festhalten an dem Analysiren 24stündigen Harns würde übrigens in vielen Fällen sogar durchaus irrationell sein, ja gerade zu Fehlern oder Irrthümern verleiten. Es ist kaum wohl nöthig daran zu erinnern, dass der Harn in acuten Krankheiten innerhalb 24 St. sich ausserordentlich rücksichtlich seiner Beschaffenheit und Zusammensetzung verändern kann; diess ist nicht etwa bloss im Typhus, Blattern u. s. w. der Fall, sondern zuweilen auch bei ganz normal verlaufenden Entzündungen; so kommt es bei Pneumonien gar nicht selten vor, dass Morgens ein Harn gelassen wird, der entweder schon alkalisch reagirt oder wenigstens nach sehr kurzer Zeit schon alkalescirt, während 3 oder 4 Stunden darauf ein Harn von saurer Reaction entleert wird, dessen Säure beim Stehen noch zunimmt; wenn man solche verschiedene Arten Harn zusammenschüttet, so wird man wohl nicht behaupten können, eine sehr reinliche, eine sehr rationelle Untersuchung eingeleitet zu haben.

Bei Anstellung einer Harnanalyse muss zunächst alle Aufmerksamkeit auf das Verdunsten des Harnes und das Austrocknen des Rückstands verwendet werden. Hierbei sind wieder andre Schwierigkeiten zu überwinden, als z. B. beim Verdunsten und Austrocknen der Milch. Ich habe mich durch directe Versuche[1]) überzeugt, dass beim E i n d a m p f e n des Harns sich dieser um so mehr zersetzt, je länger das Abdampfen dauert, und schon oben darauf aufmerksam gemacht, dass der Harn beim Verdunsten immer Ammoniak entwickelt, wenn er selbst auch trotzdem seine saure Reaction beibehält. Es kommt daher darauf an, dass, wenn das Verdunsten in der Wärme unvermeidlich ist, solches möglichst schnell vollführt werde; diess ist namentlich dann zu beachten, wenn man den gesammten in 24 St. gesammelten Harn einzudampfen beabsichtigt; denn in diesem Falle ist der Harn durch das längere Stehen schon zur Zersetzung geneigter geworden; dass er sich aber durch das langsame Verdunsten ausserordentlich schnell zersetzt, kann man z. B. auch daraus sehen, dass man aus so gesammeltem und gemengtem Harn unter 5 Fällen oft 4mal keine Hippursäure darstellen kann, sondern nur Benzoësäure. Etwas zersetzt sich der

1) *Lehmann*, a. e. a. O.

Harn stets beim Verdunsten in der Wärme, möge dieses ausgeführt werden, wie es wolle; allein auf folgende Weise glaube ich, dass die Zersetzung noch am meisten gehemmt werden kann; man bringt den Harn in eine weite, tubulirte Retorte und leitet während des Verdunstens, welches auf einem Sandbade nahe dem Siedepunkte vor sich gehen muss, fortwährend atmosphärische Luft oder Wasserstoffgas über die Verdunstungsfläche; man wird dann das Destillat immer ammoniakhaltig finden, allein nicht in dem Grade, wie wenn die Verdunstung ohne Anwendung eines Luftstroms vollführt worden war. Auf diesem Wege ist aber nicht die quantitative Bestimmung des festen Rückstands als solchen zu erzielen, sondern er dient nur zur Bereitung des Extracts, aus welchem Harnstoff und andre Harnbestandtheile einzeln quantitativ bestimmt werden sollen.

Um die Menge des festen Rückstands zu erfahren, halte ich für die einzig richtige Methode die, kleinere Mengen (vergl. S. 3) ins Vacuum neben Schwefelsäure zu bringen, hier aber mit der Vorsicht zu evacuiren, dass der Harn nicht zum Kochen oder Blasenwerfen kommt; 10 bis 15 grm. sind in einem flachen Schälchen auf diese Weise sehr schnell verdunstet. Das Austrocknen des Rückstandes in der Wärme z. B. im Luftbade ist aber hier noch weniger zu empfehlen, als das Verdunsten; der Harnrückstand bildet gewöhnlich eine zähe, extractähnliche, äusserst hygroskopische Masse; es sind daher hier ausser den früher (Th. 1. S. 349) für das Austrocknen thierischer Körper angeführten Cautelen noch mehrere andre zu beachten. Zunächst darf der Harnrückstand im Vacuo nur bei mittlerer Lufttemperatur ausgetrocknet werden, weil er bei Anwendung von Wärme sich unfehlbar zersetzt, was freilich bei einem Harn weniger, bei einem andern mehr der Fall ist; erhitzt man den Harn im Luftbade z. B. nur auf 90 bis 100° C., so schwebt über ihm immer eine Atmosphäre von Ammoniak, bei öfterem Luftwechsel ersetzt sie sich immer wieder und bei wiederholtem genauen Wägen bemerkt man einen entsprechenden Gewichtsverlust; aber das Wägen selbst bietet hier die grössten Schwierigkeiten dar, da der Harnrückstand fast noch hygroskopischer ist, als der der Galle; es müssen daher die dort hervorgehobenen Vorsichtsmassregeln beachtet oder noch andre Mittel eingeschlagen werden, um während des Wägens die Gewichtszunahme durch Wasseranziehung zu verhindern. Das Aufstellen von Schwefelsäure oder Chlorcalcium im Kasten der Waage nützt nicht viel, dagegen kann man leicht anstatt des flachen Verdunstungsschälchens ein weites Ge-

fäss mit eingeschliffenem Glasstöpsel oder aufgeschliffener Glasplatte verwenden, die alsbald nach dem Austrocknen vor dem Wägen auf das Verdunstungsgefäss aufgesetzt werden. Eine absolute Austrocknung des Harnrückstands mit Vermeidung künstlicher Wärme ist allerdings nicht zu erzielen: allein man erhält wenigstens nach dieser Methode Resultate, die unter einander vergleichbar sind, während durch Wärme solche nicht zu erlangen sind.

Alkalischer Harn ist, namentlich wenn er kohlensaures Ammoniak enthält, sehr wenig zur quantitativen Analyse geeignet; hält man diese der Mühe für werth, so muss er nothwendiger Weise vor dem Abdampfen erst neutralisirt oder besser noch angesäuert werden; durch eine bestimmte Quantität verdünnter Schwefelsäure, die dann später bei der Analyse in Rechnung gebracht werden kann, dürfte das Ansäuern wohl am besten geschehen.

Von den verschiedenen Methoden, den *Harnstoff*, die *Harnsäure*, die *Hippursäure*, *Zucker*, *Eiweiss*, *oxalsauren Kalk* u. s. w. quantitativ zu bestimmen, ist bereits im ersten Theile unter den betreffenden Capiteln ausführlicher die Rede gewesen. Auch rücksichtlich der quantitativen Bestimmung der Mineralbestandtheile des Harns haben wir nur weniges zu dem hinzuzufügen, was wir bereits im 1. Th. S. 416—422 über Aschenanalysen überhaupt gesagt haben. Man kann sich nämlich in der Regel, wenn man namentlich nicht die *Rose*'sche Methode der Aschenbestimmung vorzieht, das Verkohlen und Einäschern des Harnrückstands sehr erleichtern, wenn man dem Harne vor dem Verdunsten eine nach ungefährer Schätzung dem Harnstoffgehalte desselben äquivalente Menge Salpetersäure zusetzt; es bildet sich hierbei zunächst salpetersaurer Harnstoff, der beim Eindampfen in Kohlensäure und in salpetersaures Ammoniak zerfällt, während dieses bekanntlich bei weiterem Concentriren in Form von Wasser und Stickstoffoxydul entweicht; man gewinnt auf diese Weise ausserordentlich an Zeit; denn die Substanz, welche den grössten Theil des Harnrückstands ausmacht und beim gewöhnlichen Glühen sehr viel Kohle gibt, wird auf diese Weise zum grössten Theile eliminirt. Man kann befürchten, dass auf diese Weise etwa durch die Salpetersäure oder das Stickstoffoxydul ein Theil der Chloralkalien zersetzt werde; allein directen Versuchen nach, die ich nach dieser und der gewöhnlichen Methode anstellte, findet kein Verlust an Chlor statt, sobald man nicht so viel Salpetersäure anwendet, dass beim Glühen des festen Rückstandes ein Verpuffen eintritt. Trotz dieses Mittels ist

es aber nicht möglich, den Harnrückstand vollständig bis zur Bildung einer weissen Asche zu verbrennen, sobald man den Zweck der quantitativen Analyse vor Augen behält und die bei heftigem Glühen entweichenden Phosphordämpfe und Chlordämpfe nicht ignoriren zu dürfen glaubt. Wegen des Gehalts an löslichen und schmelzbaren Salzen ist die Harnkohle kaum je vollständig einzuäschern; denn die Kohletheilchen werden ja durch das schmelzbare Salz von einer Kruste umgeben, die sie vor Sauerstoffzutritt schützt. Diess ist selbst bei sehr kleinen Mengen Harnrückstands der Fall; deshalb schien mir folgender Weg noch der beste, die Mineralbestandtheile des Harns quantitativ zu bestimmen; die kohlige Asche wird mit der beim Wägen hygroskopischer Körper nöthigen Vorsicht gewogen, dann mit Wasser ausgelaugt, filtrirt, der Rückstand auf dem Filter, dessen Gewicht im trocknen Zustande vorher bestimmt war, wieder gewogen; die Gewichtsdifferenz giebt die Zahl der durch Wasser gelösten Mineralstoffe; die unlöslichen Theile sind nun leicht einzuäschern und so deren Menge zu bestimmen. Die weitere Analyse ist dann nach bekannten Methoden auszuführen.

Das Verbrennen der gesammten Kohle im Platinschiffchen durch Sauerstoffgas scheint mir wegen Verflüchtigung von Chlor und selbst von Schwefelsäure und Phosphorsäure für den Harn wenigstens durchaus untauglich.

Werden grössere Reihen von Bestimmungen der Mineralstoffe des Harns beabsichtigt, so ist die von *Chambert*[1]) angegebene und angewendete Methode recht brauchbar; die Verdampfung des Harns ist darnach auf folgende Weise auszuführen: eine 2 Centimeter weite Röhre ist an ihrem untern Ende mit einer zweimal rechtwinklig gebogenen Glasröhre versehen, welche letztere in eine Kugel ausgeht; diese Kugel mündet in ein dünn ausgezogenes Röhrchen; der obere Theil der weiten Röhre geht in eine kleine Glasröhre über, an der ein Hahn angebracht ist. Dieser Apparat wird mit Urin gefüllt und an das Stativ einer doppelzugigen Spirituslampe so befestigt, dass die von der Glaskugel ausgehende Mündung gerade über einem erhitzten Platintiegel zu stehen kommt. Vermittelst des obgenannten Hahns kann der Zutritt der Luft und das entsprechende Abtröpfeln des Harns in den Tiegel geregelt werden. *Chambért* lässt den Harn so langsam zutreten, dass

1) *Chambert*, Recueil des mémoires de méd. et de pharm. militaire. T. 58. p. 328.

dem ersten Tropfen erst, wenn dieser verdunstet ist, ein neuer folgt. In 1½ Stunde kann man auf diese Weise 100 bis 110 grm. Harn verdunsten. Das Herumspritzen lässt sich ziemlich gut durch vorsichtiges und gleichmässiges Zuleiten der Flüssigkeit vermeiden. Die Lage Kohle, welche sehr bald den Tiegel auskleidet, beträgt nicht den zwanzigsten Theil der auf gewöhnliche Weise erhaltenen Kohle.

Um die *Verbrennung* der rückständigen Kohle zu erzielen, kann man aus demselben Reservoir, in welchem vorher der Harn enthalten war, destillirtes Wasser auf die glühende Kohle tröpfeln lassen; durch die bekannte Zerlegung des Wassers in der Glühhitze wird die Verbrennung der Kohle an den Theilen, welche das Wasser trifft, ziemlich gut von statten gehen; da aber an den Wänden immer Kohle haften bleibt, so muss man diese zu wiederholten Malen abstossen und von neuem Wasser zutröpfeln; der Versuch gewinnt dadurch nicht an Genauigkeit, allein die Verbrennung geschieht allerdings etwas schneller. Man ersieht aus diesem, dass diese Analyse in gewissen Fällen wohl anwendbar ist, allein auf grosse Genauigkeit aus mehr als einem Grunde keine Ansprüche machen kann.

Es geht aus dem Obigen hervor, dass sich die Constitution des Harns unter bestimmten physiologischen und pathologischen Zuständen nur dann richtig beurtheilen lässt, wenn wir die Mengen der täglich durch die Nieren ausgeschiedenen Bestandtheile des Harns mit einander vergleichen. Wir lassen daher hier die Mengenverhältnisse des in bestimmten Zeiten abgesonderten Gesammtharns unter verschiedenen Bedingungen vorausgehen.

Lecanu[1]) fand, dass 16 Personen verschiednen Alters und Geschlechts bei verschiedener aber hinreichender Nahrung in 24 St. zwischen 525 und 2271 grm. Harn entleerten, *Becquerel* dagegen, dass von 4 Männern täglich im Durchschnitt 1267,3, von 4 Frauen 1371,7 grm. *Chambert*, dass von Männern zwischen 20 und 25 Jahren (in 24 Beobachtungen) täglich 685 bis 1590 grm. Harn gelassen wurden. Bei Versuchen, welche grösstentheils im Sommer angestellt wurden, entleerte ich während einer 14 Tage lang genau geregelten Diät täglich 898 bis 1448 grm. Harn, während einer 12tägigen animalischen Kost täglich 979 bis 1384 grm., während einer 12tägigen vegetabilischen Kost zwischen 720 und 1212 grm.

1) *Lecanu*, Journ. de Pharm. T. 25. p. 681 et 746.

Ueber die Abhängigkeit der durch die Nieren ausgeschiedenen Wassermenge von der Menge der aufgenommenen Getränke, von dem Grade der Transspiration haben wir schon oben zu sprechen Gelegenheit genommen. Leider fehlt es aber noch an genauen Versuchen, durch welche der Einfluss jedes einzelnen physiologischen Momentes auf die Grösse der Wasserausscheidung durch die Nieren ermittelt wäre. Wie sehr noch andre Einflüsse, als das Getränk, auf die Wassermengen des Harns einwirken, geht aus *J. Vogel's* Mittheilungen[1]) hervor, der bei einem Individuum 189 Tage hindurch alle Speisen und Getränke abwog. Während an manchen Tagen kaum der dritte Theil der genossenen Flüssigkeiten durch den Harn wieder abging, wurden an andern Tagen dem Getränk ziemlich gleiche Quantitäten Urin oder sogar noch $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ mehr entleert. Am meisten Wasser wird durch die Nieren offenbar nach einem kalten Bade ausgeschieden, da hier neben unterdrückter Transspiration Wasseraufnahme von aussen stattgefunden hat.

Nach *Chambert's* Beobachtungen wird kurz nach einer Mahlzeit absolut und relativ (zu den festen Bestandtheilen) weniger Wasser mit dem Harn ausgeschieden. Hieran knüpft sich eine zuerst von *Lecanu* aufgeworfene Frage, ob nämlich nach reichlichem Getränke mit vermehrtem Wasserabgange durch die Nieren zugleich auch mehr feste Bestandtheile ausgeschieden würden; *Lecanu* verneint diese Frage, jedoch nach *Chossat's*[2]), *Becquerel's* und meinen eignen Versuchen muss sie bejahend beantwortet werden.

Dass diese Erfahrung am Krankenbette zu beachten ist, sieht jeder leicht ein, wird aber kaum von ihr aus, wie *Becquerel*, die Wirkungsweise vieler Diuretica erklären zu können glauben.

Ehe wir weiter fortschreiten zur Aufzählung der Mengen der festen Harnbestandtheile, welche täglich ausgesondert werden, kann ich nicht unterlassen, auf die sehr bedeutenden Differenzen aufmerksam zu machen, welche sich in den Angaben verschiedner Forscher über diesen Gegenstand herausstellen. Diese Differenz rührt sicher nur zum geringsten Theile von den verschiedenen Methoden der chemischen Untersuchung und Berechnung her, sondern beruht weit mehr auf der Individualität der verschiednen Personen, ja man möchte fast sagen, der verschiedenen Völker, unter denen solche Untersuchungen ange-

1) *J. Vogel*, R. Wagner's Physiol. S. 264.

2) *Chossat*, Journ. de Physiol. T. 5. p. 65.

stellt wurden. Vergleichen wir die Harnanalysen von Experimentatoren aus den drei forschenden Nationen, so sehen wir durchgängig, dass von den Franzosen am wenigsten feste Bestandtheile und unter diesen besonders wenig Harnstoff und Harnsäure, von den Deutschen dagegen weit mehr, ausserordentlich grosse Mengen aber von den Engländern gefunden worden sind. Einer der Hauptgründe dieser Unterschiede ist wohl in der so durchaus verschiednen Nahrung und Lebensweise der drei Nationen zu suchen. Bekannt ist es, wie wenig die Franzosen im Allgemeinen Animalien geniessen und wie mässige Mengen von Nahrungsmitteln sie überhaupt zu sich nehmen, während bei den Engländern mehr eine gewürzreiche Fleischkost gebräuchlich ist, so dass *Prout* nicht selten einen Harn fand, aus welchem Salpetersäure unmittelbar salpetersauren Harnstoff präcipitirte, was bei einem echt deutschen Harne wohl kaum vorkommen dürfte, geschweige denn bei einem französischen. Statistischen Angaben zufolge soll in London von einer gleichen Anzahl Menschen sechsmal mehr Fleisch consumirt werden, als in Paris. Die Nahrungsmittel sind aber ohne Zweifel nicht der einzige Grund solcher Differenzen; die übrige Lebensweise, das Klima u. s. w. können nicht ohne Einfluss sein.

Betreffs der festen Materien, die täglich durch den Harn ausgeschieden werden, verdienen folgende aus Versuchsreihen entlehnte Zahlenresultate Berücksichtigung. *Becquerel* fand (nach Versuchen an 4 Männern und 4 Frauen), dass vom Manne täglich 39,52 grm., von dem Weibe 34,31 grm. fester Stoffe durchschnittlich durch die Nieren ausgeschieden würden. Ich entleerte durchschnittlich in 24 St. an festen Stoffen bei gemischter Kost 67,82 grm., bei animalischer Kost 87,44 grm., bei vegetabilischer 59,235 grm. und bei stickstofflosen Nahrungsmitteln 41,68 grm. *Lecanu* fand, dass Männer weit mehr feste Stoffe mit dem Harne ausscheiden, als Frauen, Greise aber noch weit weniger als diese, Kinder von 8 Jahren mehr als Greise aber weniger als Frauen und endlich Kinder von 4 Jahren noch weniger als Greise.

Von dem Verhältnisse der wichtigsten festen Stoffe des Harns unter einander, so wie von deren täglich ausgeschiedenen Quantitäten ist bereits im ersten Theile unter den betreffenden Capiteln die Rede gewesen (s. *Harnstoff* S. 167, *Harnsäure* S. 217, *Hippursäure* S. 202).

Für die tägliche Entleerung der Extractivstoffe (d. h. organische Materien, ausser Harnstoff und Harnsäure) giebt *Becquerel*

11,738 grm. bei Männern und 9,655 grm. bei Frauen an, während ich täglich bei gemischter Kost ungefähr 13 grm. solcher Materien entleerte.

Die Quantitäten der feuerbeständigen Salze differiren bei verschiedenen Personen, die unter verschiedenen Verhältnissen leben, ganz ausserordentlich. *Lecanu* fand folgende Quantitäten der täglich durch den Urin entleerten Salze:

	im Mittel	Schwankungen
Bei Männern	16,88 grm.	zw. 9,96 und 24,50 grm.
„ Frauen	14,38 „	„ 10,28 „ 19,63 „
„ Kindern	10,05 „	„ 9,91 „ 10,92 „
„ Greisen	8,05 „	„ 4,84 „ 9,78 „

Becquerel erhielt als Mittelresultat der täglich ausgeschiedenen Mengen feuerbeständiger Salze bei Männern = 9,751 grm. und bei Frauen 8,426 grm., *Chambert* bei 24 jungen Männern = 14,854 grm. (schwankend zwischen 23,636 und 6,993 grm.). In meinem Harn fand ich während gemischter Kost täglich im Durchschnitt 15,245 grm. (schwankend zwischen 9,652 und 17,284 grm.).

Im Betreff der Quantitäten von phosphorsaurem Kalk, welche täglich mit dem Harne abgehen, fand *Lecanu* Schwankungen zwischen 0,029 grm. und 1,960 grm. So bedeutende Schwankungen habe ich weder an meinem eignen Harn noch an dem andrer gesunder Personen bei gemischter und selbst bei einseitiger Kost nicht beobachtet; indessen verläugnet sich auch im Bezug auf die Erdphosphate des Harns der Einfluss der Nahrung nicht; ich fand in meinem Harn bei rein animalischer Kost fast dreimal mehr Erdphosphate als bei gemischter. Der Harn kleiner Kinder enthält gleich der Allantoisflüssigkeit der Kälber nur sehr geringe Mengen phosphorsaurer Salze, dagegen verhältnissmässig viel schwefelsaure. Wahrscheinlich in Folge eines gleichen physiologischen Grundes excerniren auch schwangere Frauen, wie schon oben berührt, weit weniger phosphorsauren Kalk mit dem Harne, als nicht schwangere.

Diese wenigen Andeutungen werden genügen, um zu zeigen, von wieviel verschiedenen Bedingungen die Mengen der ausgesonderten Harnbestandtheile und ihre gegenseitigen Verhältnisse im Harn abhängig sind, und wie vorsichtig man bei der Beurtheilung der Natur eines Harns und bei den daraus zu ziehenden Folgerungen sein muss, sobald nicht zahlreiche Analysen verschiedner unter gleichen Verhältnissen gesammelten Harnproben vorliegen.

Verfolgen wir nun auch hier der bessern Uebersicht wegen die Verschiedenheit der Zusammensetzung des Harns nach physiologischen und pathologischen Kategorien, so würde uns zunächst die Verschiedenheit in dem Harne *beider Geschlechter* auffallen. Nach *Lecanu's* und *Becquerel's* schon oben erwähnten Untersuchungen würde sich der Unterschied besonders darin aussprechen, dass der Harn der Frauen mehr Wasser und weniger Harnstoff und Salze, selbst in Bezug auf die übrigen festen Bestandtheile, enthält; d. h. also Frauen entleeren absolut mehr Wasser und bei weitem weniger Harnstoff und Salze als Männer, während im Verhältniss der ausgeschiedenen Harnsäuremengen sich kein nachweisbarer Unterschied herausstellt.

Besonders unterscheidet sich der Harn der Frauen im Zustande der Schwangerschaft; auf die wesentlichsten Eigenschaften desselben und namentlich auf das vermeintliche Kyesthein in demselben haben wir schon oben S. 421 aufmerksam gemacht. *Becquerel* fand das specifische Gewicht solchen Harns nie über 1,011. Nach *Lubanski*[1]) soll solcher Harn weniger freie Säure enthalten, häufig neutral oder selbst alkalisch sein; meinen Erfahrungen nach ist jedoch derselbe frisch gelassen immer sauer, sobald sich die Schwangern wohl befinden; nur alkalescirt er namentlich in den letzten Monaten bei weitem leichter, da er zu dieser Zeit wässriger zu sein pflegt. Der relativen und absoluten Abnahme des phosphorsauren Kalks im Harn Schwangerer wurde oben bereits Erwähnung gethan.

Lecanu verdanken wir insbesondere Aufklärung über den Einfluss, welchen das verschiedene *Lebensalter* auf die Constitution und die Mengenverhältnisse des Harns äussert. Im Allgemeinen ersehen wir nämlich aus seinen Untersuchungen, dass Männer im Blüthenalter, wo die Stoffmetamorphose am regsten ist, die grösste Menge fester Bestandtheile mit dem Harn ausscheiden, etwas weniger dagegen Frauen, und noch weniger Kinder und Greise. Auf die Menge der Harnsäure und der Salze scheint das Lebensalter keinen bestimmten Einfluss auszuüben. Einigen Erfahrungen nach scheint der Harn kleiner Kinder relativ mehr Hippursäure zu enthalten und bei weitem weniger phosphorsauren Kalk.

Den erheblichsten Einfluss auf die Constitution des Harns üben unter den physiologischen Bedingungen ohne allen Zweifel die Nahrungsmittel aus. Von dem Einflusse einzelner in den Nahrungsmitteln

1) *Lubanski*, Ann. d'obstetr. etc. 1842. p. 235.

enthaltener Stoffe auf die saure oder alkalische Reaction des Harns und einzelne seiner Bestandtheile haben wir schon in dem Obigen an verschiedenen Orten aufmerksam gemacht. In einer grössern Reihe von Untersuchungen, deren oben schon mehrmals Erwähnung gethan wurde, habe ich den Einfluss der verschiedenen Nahrungsmittel nach ihrem vegetabilischen oder animalischen Ursprunge, nach ihrem Gehalte oder Mangel an Stickstoff auf die Beschaffenheit des Harns im Allgemeinen ebensowohl als auf die quantitativen Verhältnisse der Harnsecretion zu ermitteln gesucht. Die wesentlichsten Resultate lassen sich in folgender tabellarischen Zusammenstellung übersehen. Ich entleerte nämlich (bei gemichter Kost und möglichst gleichförmigem diätetischen Verhalten im Mittel von 14 Bestimmungen, bei rein animalischer Kost [fast nur Eier] und bei rein vegetabilischer Kost im Mittel von je 12 Beobachtungen und bei vollkommen stickstofffreier [Fett, Milchzucker und Stärkmehl] im Mittel zweier Versuche) neben variabeln Mengen Wasser durchschnittlich in 24 Stunden an:

	festen Bestandth.	Harnstoff	Harnsäure	Extractivstoffen u. Salzen
Bei gemischter Kost	= 67,82	32,498	1,183	12,746
,, animalischer ,,	= 87,44	53,198	1,478	7,312
,, vegetabilischer ,,	= 59,24	22,481	1,021	19,168
,, stickstofffreier ,,	= 41,68	15,408	0,735	17,130

Im Uebrigen liessen sich aus diesen Untersuchungen etwa folgende Schlüsse ziehen:

1) Durch thierische Nahrungsmittel werden die festen Bestandtheile des Harns sehr vermehrt, durch vegetabilische dagegen und noch mehr durch stickstofffreie Kost erheblich vermindert.

2) Obgleich der Harnstoff ein Product der verbrauchten und zersetzten Organe des thierischen Organismus ist, so hängt seine Quantität im Urin doch zum Theil mit von der Art der genossenen Nahrungsmittel ab; bei der stickstoffreichen animalischen Kost ist der Harnstoff absolut vermehrt, bei vegetabilischer und azotloser Kost aber absolut vermindert. Der Harnstoffgehalt nimmt aber auch, je nach den Nahrungsmitteln, im Verhältniss zu den übrigen festen Harnbestandtheilen, zu oder ab. Bei gemischter Kost war in meinem Harn sein Verhältniss zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100 : 116, bei animalischer = 100 : 63, bei vegetabilischer = 100 : 156, bei azotloser = 100 : 170.

3) Die Harnsäuremenge im Urin hängt von andern Verhältnissen und etwa andern in den Organismus gebrachten Stoffen weit mehr ab,

als von den eigentlichen Nahrungsmitteln; die Differenzen in den verschiedenen Beobachtungen sind zu gering, als dass man gerade den Nahrungsmitteln einen wesentlichen Einfluss auf die Bildung der Harnsäure zuschreiben dürfte.

4) Die Proteïnverbindungen und somit der Stickstoff der eigentlichen Nahrungsmittel werden selbst im Ueberschuss im Darmkanale aufgesogen, und dann das, was nicht zur Reproduction der verbrauchten Organe verwendet wird, umgewandelt und endlich unter der Form von Harnstoff und Harnsäure sehr bald wieder durch die Nieren abgeschieden. Den überschüssig aufgenommenen Stickstoff verliert der thierische Organismus nur durch die Nieren.

5) Dem aufgenommenen, stickstoffhaltigen Material, d. h. den schwefel- und phosphorhaltigen Proteïnverbindungen wird eine ziemlich entsprechende Menge schwefelsaurer und phosphorsaurer Salze entleert; nach dem Genusse fast reiner Proteïnverbindungen ist die Menge jener Salze im Harn um ein erhebliches vermehrt.

6) Diesen Vordersätzen zufolge müssen die übrigen, organischen Bestandtheile des Harns, d. h. die sogannten Extractivstoffe bei animalischer Kost sehr vermindert sein; wir finden bei den Untersuchungen nach vegetabilischer Kost eine absolute (nicht blos relative) Vermehrung solcher Stoffe, ein Beweis, dass also die vegetabilischen Nahrungsmittel einen grossen Antheil an der Bildung der Extractivstoffe im Harn haben. Der Harn nach dem Genusse von Animalien nimmt daher auch seiner physikalischen Beschaffenheit ganz den Charakter des Harns der Carnivoren an, d. h. er ist ganz licht bernsteingelb oder fast strohgelb gefärbt, reagirt stark sauer und scheint entweder keine Milchsäure oder nur sehr wenig zu enthalten, nach *Liebig's* Erfahrungen auch völlig frei von Hippursäure zu sein. Dagegen verliert der Harn nach vegetabilischer Kost sehr viel an freier Säure, ja bei stickstofffreier Kost büsst er sie gänzlich ein; er enthält viel dunkel gefärbten Extractivstoff und ist daher mehr braunroth gefärbt, etwas trüb von ausgeschiedenen Erden oder wird es wenigstens sehr leicht beim Kochen; fast immer enthält er neben oxalsaurem Kalk milchsaure Alkalien; an Benzoësäure ist er nach *Liebig* ziemlich reich; Harnsäure habe ich, wie aus dem Obigen hervorgeht, doch nicht ganz fehlen sehen.

Von dem Einflusse schwerverdaulicher oder stark gewürzter Speisen, spirituöser Getränke u. dergl. auf die

Vermehrung der Harnsäure im Harn ist bereits Th. 1. S. 210 die Rede gewesen.

Dass der Harn nach längerem Fasten stark saure Reaction zeigt, ärmer an festen Bestandtheilen wird, aber immer noch gewisse Harnstoffmengen enthält, ist theils oben berührt, theils im 1. Th. S. 168 mit Zahlen belegt worden.

Aus *Simon's* und meinen eignen Erfahrungen geht hervor, dass nach bedeutendern körperlichen Anstrengungen weit weniger Wasser durch die Nieren abgeschieden wird, der (24stündige) Harn aber mehr freie Säure enthält so wie auch mehr Harnstoff, phosphorsaure und schwefelsaure Salze, dagegen weniger Harnsäure und Extractivstoffe.

Dass die Jahreszeiten, das Klima und die Lufttemperatur auf die durch die Nieren abgesonderte Wassermenge influenziren müssen, stand wohl kaum anders zu erwarten, selbst nach den oberflächlichen Beobachtungen, die jeder an sich selbst machen kann. *Jul. Vogel* hat diess durch sechs Monate lange Wägungen des von einer und derselben Person entleerten Harns erwiesen. Die Behauptung von *Fourcroy*, *Marcet* und *Schultens*, dass nach anhaltendem Schwitzen sich die Menge der Harnsäure im Harn vermehrt finde, glaube ich Th. 1. S. 218 hinlänglich durch positive Versuche widerlegt zu haben.

Der früh Morgens nach dem Schlafen gelassene Harn, urina sanguinis, ist bekanntlich von grösserer Dichtigkeit, dunklerer Färbung und etwas stärker saurer Reaction, als der den Tag über gelassene Harn. Die Quantitäten des Morgenharns sind verschieden, je nachdem vor dem Schlafengehen mehr oder weniger Getränk genommen worden ist. Abgesehen von der verhältnissmässig geringern Menge Wasser, die er enthält, habe ich in dem Verhältniss seiner Bestandtheile unter einander keine Differenzen auffinden können. Die Nahrungsmittel sind nicht ganz ohne Einfluss auf die Constitution des Morgenharns; wenigstens fand ich ihn bei animalischer Kost im Verhältniss ebenfalls concentrirter, als den Tagesurin; selbst wenn man nur einen Tag hindurch reine Animalien genossen hat, lässt sich aus dem Harn des darauf folgenden Morgens der Harnstoff ohne Weiteres durch Salpetersäure fällen.

Man hat früher auch einen Urin der Verdauung, urina chyli, unterschieden, und darauf besondern Werth gelegt; er ist bei Denje-

nigen, die bei und nach dem Essen nicht viel trinken, etwas schwerer und tingirter, als der den Tag über gelassene Harn, aber leichter und weniger gefärbt, als der Morgenharn.

Die von *Chambert*, wie es scheint, sehr sorgfältig ausgeführten Versuche stimmen mit den meinigen nicht recht überein; doch kann die Differenz hier sehr leicht von Nebenumständen abhängig sein. *Chambert* fand den Verdauungsharn immer dichter und namentlich reicher an Salzen als der Morgenharn; die grössere oder geringere Transspiration während des Schlafes, das Trinken oder Nichttrinken bei der Mahlzeit kann wohl diese Differenz der Beobachtung auf die einfachste Weise erklären. Uebrigens fand *Chambert*, dass die unorganischen Bestandtheile des Harns in geradem Verhältnisse zur Menge der mit den Nahrungsmitteln eingenommenen Salze stehen.

In 100 Th. 24stünd. Harn fand *Chambert* durchschnittlich 1,3024 % Salze, in 100 Th. Verdauungsharn 1,6394 % und in 100 Th. Harn, der vom Erwachen bis zum Frühstück entleert wurde, 0,9332 %; im Harn, der bald nach genossenem Getränk entleert wurde, nur 0,2113 % im Maximum.

Im Harn der Thiere, wenigstens in dem der Säugethiere, spiegelt sich wieder der Einfluss der Nahrung auf die Constitution desselben ab. Fassen wir zunächst die Beschreibung des Harns der Thiere nach deren diätetischen Kategorien zusammen.

Wir kennen bis jetzt neben dem Harne des Menschen leider nur den Harn eines einzigen Omnivoren, nämlich den des *Schweins*, der von *Boussingault*[1]) und *v. Bibra*[2]) untersucht wurde. Der Harn dieses Thieres ist vollkommen klar, fast geruchlos, deutlich alkalisch, braust mit Säuren auf, trübt sich beim Kochen, indem die doppelt kohlensauren Erden dadurch in einfache verwandelt und somit präcipitirt werden; Ammoniak enthält er nicht; weder *Boussingault* noch *von Bibra* konnten Harnsäure oder Hippursäure in ihm entdecken; dagegen hat *Boussingault* darin die Gegenwart milchsaurer Alkalien mit hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen. Phosphate kommen nur in sehr geringer Menge in solchem Harne vor, schwefelsaure Salze und Chloralkalien finden sich darin in ziemlich erheblichen Mengen. Die von genannten Forschern untersuchten Proben von Schweinsharn enthiel-

1) *Boussingault*, Ann. de chim. et de phys. 3. Sér. T. 15. p. 97—104.
2) *v. Bibra*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53. S. 98—112.

ten 1,804% bis 2,086% fester Bestandtheile, in welchen sich 0,29 bis 0,49 Th. Harnstoff vorfanden.

Der Harn der fleischfressenden Säugethiere unterscheidet sich nur wenig von dem des Menschen; er ist frisch gelassen klar, sehr lichtgelb, von unangenehmem Geruch, widerlichem, bitterm Geschmack und saurer Reaction; er wird aber sehr bald alkalisch. *Vauquelin*[1]), *Gmelin*, *Hünefeld* und besonders *Hieronymi*[2]) haben den Harn von Löwen, Tigern, Leoparden, Panthern, Hyänen, Hunden, Wölfen und Bären untersucht. Harnstoff ist in grosser Menge darin enthalten, und lässt sich, da dieser Harn nur wenig Pigment enthält, sehr rein ausscheiden; Harnsäure kommt nur in sehr geringen Mengen darin vor, doch fand *Landerer*[3]) im Harn des Igels (Erinaceus europaeus) 1% Harnsäure.

Sehr verschieden vom Harn der fleischfressenden Thiere und des Menschen ist der der Herbivoren; man hat denselben vom Elephanten, Nashorn, Kameel, Pferde, Rinde, der Ziege, Biber, Kaninchen, dem Hasen und Meerschweinchen untersucht; er ist meist gelblich, sehr trüb, von üblem Geruche, stets alkalisch; er enthält zwar oft viel Harnstoff, wie der der Carnivoren, unterscheidet sich jedoch von diesem durch einen beträchtlichen Gehalt an kohlensauren Alkalien und Erden, an Hippursäure, an einer fettigen und riechenden Materie, endlich durch den gänzllichen Mangel an Harnsäure und durch die höchst geringen Mengen phosphorsaurer Salze. Milchsaure Salze fehlen nach *Boussingault* nie.

Was ins Besondere den *Pferdeharn* betrifft, so ist dieser gerade von verschiedenen Seiten genauer untersucht worden; er ist, wie der des Menschen, je nach der Art der Nahrungsmittel verschieden; frisch gelassen ist er gewöhnlich trüb und blassgelb, färbt sich aber an der Luft sehr bald dunkelbraun; zuweilen ist er meinen Erfahrungen nach ziemlich klar und dann von stark alkalischer Reaction; neben saurem kohlensaurem Alkali enthält er nur wenig saure kohlensaure Kalk- und Talkerde aufgelöst, die erst beim Kochen sich abscheidet; oft reagirt er aber schwach alkalisch und bildet von ausgeschiedenen kohlensauren Erden eine wahre Urina jumentosa. *Bibra* fand den

1) *Vauquelin*, Schweigg. Journ. Bd. 5 S. 175.
2) *Hieronymi*, Jahrbb. d. Ch. u. Phys. Bd. 3. S. 322.
3) *Landerer*, Heller's Arch. Bd. 3. S. 296.

Pferdeharn oft bei gleicher Fütterung sehr verschieden zusammengesetzt, ohne die Ursache der Differenz errathen zu können. Das Kali herrscht natürlich in diesem Harne bedeutend über das Natron vor. Stets habe ich im Sedimente des Pferdeharns die schönsten Krystalle von oxalsaurem Kalk und zwar in nicht unerheblichen Mengen gefunden. *Bibra* will aber im Sedimente des Pferdeharns noch eine besondere nicht genauer untersuchte organische Substanz (neben kohlensaurer Kalk- und Talkerde) gefunden haben. Man hat den Grund des zeitweiligen vermeintlichen Vorkommens von Benzoësäure anstatt der Hippursäure im Pferdeharn in verschiedenen physiologischen oder pathologischen Verhältnissen gesucht; allein ich glaube es ausser Zweifel gesetzt zu haben, dass der zuerst von *Liebig* angegebene Grund des Auffindens von Benzoësäure in manchem Pferdeharn der richtige ist (vergl. Th. 1. S. 88). Auch im Harn von kranken Pferden fand ich stets Hippursäure, sobald er frisch untersucht werden konnte. Von Ammoniaksalzen findet sich übrigens im Pferdeharne keine Spur. Zuweilen findet man im Pferdeharne anstatt der Hippursäure eine stickstoffhaltige, nicht krystallisirbare, harzartige Materie, welche noch nicht genauer untersucht worden ist (*C. Schmidt*).

Im Harn eines kranken Pferdes fand ich so viel milchsaures Kali, dass die Milchsäure an Kalk, Magnesia und Zinkoxyd gebunden und aus den Salzen mit Sicherheit diagnosticirt werden konnte.

Dass auch in Krankheiten der Thiere die Beschaffenheit des Harns ausserordentlich verschieden ist, versteht sich von selbst; von meinen Erfahrungen in dieser Hinsicht, die jedoch noch keinen allgemeinen Ueberblick gestatten, führe ich beispielshalber folgende, meinem Diarium entlehnte, Notizen an. Ein sehr dürftiges, schlaffes Pferd, Wallach, 14 Jahr alt, litt seit 8 Tagen an einer rechtseitigen Pneumonie; Harn sehr blassgelb, kaum etwas getrübt, etwas zähflüssig, fast fadenziehend, stark alkalisch, aber nicht mit Säuren aufbrausend, blieb beim Eindampfen gelb, enthielt nur sehr wenig Hippursäure u. s. w. Ein andres Pferd, Wallach, 13 Jahr alt, sehr dürftig, litt an sg. acutem Rotz; Futter, wie beim vorigen Pferde, Waizenkleie, Heu und Stroh; Harn auffallend rothbraun gefärbt, schwach alkalisch, enthielt ein sehr bedeutendes Sediment von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Talkerde; die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit brauste stark mit Säuren auf, wurde beim Abdampfen rothbraun, fast schwarz, enthielt viel Hippursäure u. s. w. Ein sehr kräftiges Reitpferd, Wallach, 7 Jahr alt, liess bei Fütterung mit Heu, Hafer und Stroh einen braungelben stark alkalischen Harn, der viel kohlensauren Kalk, aber wenig kohlensaure Erden enthielt; dasselbe Pferd entleerte bei Fütterung mit Hafer und Stroh, aber ohne Heu einen von kohlensauren Erden stark getrübten Harn, der jedoch kaum alkalisch reagirte und filtrirt mit Säuren nicht aufbrauste.

Häufig ist auch der *Rindsharn* untersucht worden, namentlich von *Boussingault* und *v. Bibra*. Frisch gelassen habe ich den Rindsharn stets klar gefunden, von bitterlichem Geschmack, blassgelber Farbe und stark alkalischer Reaction; dieser Harn enthält viel schwefelsaures und doppelt kohlensaures Kali und Talkerde, aber sehr wenig Kalk, nach *Boussingault* gar keine Phosphate, sehr wenig Chlornatrium, dagegen sehr viel milchsaures Kali; die Mengen des Harnstoffs und hippursauren Kalis sind nach *Bibra* bei gleicher Fütterung und gleichem äussern Verhalten sehr verschieden. Oxalsauren Kalk habe ich immer auch im Sedimente gefunden, dagegen gleich *Boussingault* im frischen Rindsharn niemals Ammoniaksalze. Durchschnittlich enthielt der Rindsharn etwa 8 bis 9% fester Bestandtheile und darunter 1,8 bis 1,9 % Harnstoff. An Hippursäure fand *v. Bibra* bald 0,55 bald 1,20%. *Boussingault* wies in solchem Harn neben doppelt kohlensauren Alkalien noch freie Kohlensäure nach.

Sehr verschieden vom Harn der Rinder ist der Harn der Kälber, welcher mehr der Zusammensetzung der Allantoïsflüssigkeit des Kalbsfötus gleicht. Nach den Untersuchungen von *Braconnot*[1]) und *Wöhler*[2]) ist der Harn der Kälber, so lange sie noch gesäugt oder mit Milch genährt werden, ziemlich farblos, klar, geruchlos, von schwachem Geschmack und stark saurer Reaction, die er selbst beim Abdampfen nicht verliert. Der Entdeckung *Wöhler's*, dass der Hauptbestandtheil dieses Harns unter den organischen Stoffen Allantoïn sei, ist bereits Th. 1. S. 181 Erwähnung gethan worden. Nach *Wöhler* scheint er übrigens Harnstoff und sogar *Harnsäure* in demselben Verhältnisse, wie normaler Menschenharn, zu enthalten; Hippursäure ist dagegen nicht darin zu entdecken; sehr bedeutend ist der Gehalt desselben an phosphorsaurer Talkerde und Kalisalzen, sehr gering der an Phosphaten, Sulphaten und Natronsalzen. *Braconnot* fand im Kalbsharn noch eine in Alkohol lösliche organische Materie, welche durch Gerbsäure fällbar ist, im Kochen sich auflöst, beim Erkalten aber wieder ausscheidet. Der Kälberharn enthält übrigens nicht einmal 1% fester Bestandtheile (nach *Braconnot* 0,62 %).

Die Allantoïsflüssigkeit des Kalbsfötus ist nur von *Las-*

1) *Braconnot:* Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 20. p. 238—247.

2) *Wöhler,* Nachr. d. k. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen 1849. No. 5. S. 61—64.

saigne[1]) genauer untersucht worden; nach den Angaben dieses Forschers hat sie ganz dieselben Eigenschaften und dieselbe Zusammensetzung wie der oben beschriebene Harn des mit Milch genährten Kalbes.

Dass der Harn von Kaninchen, so wie auch wahrscheinlich der von andern Herbivoren, sauer wird und fast alle Eigenschaften des Harns fleischfressender Thiere annimmt, sobald diese Thiere längere Zeit hungern oder gezwungen werden, blos Animalien zu verdauen, ist bereits oben im Vorübergehen erwähnt worden.

Das Hyraceum schien nach *Reichel's*[2]) Analyse wenigstens mit dem Harn des Klippendachses stark vermengt zu sein; allein die mikroskopische so wie die chemische Untersuchung, die ich mit einer Probe dieses als Arzneimittel empfohlenen Stoffs vornahm, bewies, dass es nur die festen Excremente dieses Thiers sein können; es fanden sich darin Pflanzenreste und Pflanzenfasern, vereinzelte Prosenchymzellen und Spiralgefässe, die es mehr als wahrscheinlich machten, dass die vegetabilischen Materien durch den Darm gegangen und nicht etwa erst nach der Entleerung zufällig oder absichtlich beigemengt waren; nur äusserlich waren Rudimente von Insectenskeletten wie aufgedrückt; neben sehr viel harzigen Stoffen und Carbolsäure (?) enthielt diese Masse ganz unzweifelhaft Gallensubstanzen, aber keinen Harnstoff, keine Hippursäure, keine Harnsäure.

Der Harn der Vögel, der den meist weisslichen Ueberzug auf den festen Excrementen dieser Thiere bildet, besteht im Wesentlichen aus harnsauren Salzen, vorzüglich aus saurem harnsaurem Ammoniak und Kalk; *Coindet* will in dem Harne der Vögel auch Harnstoff gefunden haben.

Der Harn der Schlangen, der oft auch ohne feste Excremente entleert wird, ist anfangs breiartig, wird aber bald fest und trocken; er besteht grösstentheils aus sauren harnsauren Alkalien, etwas Harnstoff und phosphorsauren Erden.

Der Harn der Frösche ist flüssig, enthält Harnstoff, Kochsalz und etwas phosphorsauren Kalk.

Der Harn der Schildkröten ist von *Magnus*[3]), *Marchand*[4]) und mir untersucht worden (vergl. Th. 1. S. 202 und 217). Ich fand den Harn von Testudo graeca von folgender Beschaffenheit und Zusam-

1) *Lassaigne,* Ann. de Chim. et de Phys. 1. Sér. T. 17. p. 301.
2) *Reichel,* Arch. d. Pharm. 2. R. Bd. 56. S. 40—46.
3) *Magnus,* Müller's Arch. 1835. S. 214.
4) *Marchand,* Journ. f. pr. Chem. Bd. 34. S. 244 247.

mensetzung: hatten die Thiere längere Zeit keine Nahrung zu sich genommen, so entleerten sie (wenn man sie auf das Rückenschild legte) einen sehr blass gelblichgrünen klaren Harn, von deutlich saurer Reaction, der beim Erkalten ein weisses Sediment absetzte, welches beim Erwärmen sich wieder auflöste; haben die Thiere nicht lange vorher gehungert, so entleeren sie einen neutralen oder schwach alkalischen, ziemlich klaren Harn, der beim Erkalten keine Trübung zeigt. Das spontane Sediment löst sich nur zum Theil in kochendem Wasser auf, saures harnsaures Ammoniak und Kalk bleiben ungelöst, während saures harnsaures Natron sich auflöst; die Gegenwart der Hippursäure war in dem zu den verschiedensten Zeiten gesammelten Harn dieser Thiere jedesmal sehr leicht nach jeder der Th. 1. S. 201 angeführten Methoden nachzuweisen.

Neben Harnstoff und den genannten Stoffen fand ich noch einen in absolutem Alkohol unlöslichen, in Alkohol von 82% aber auflöslichen krystallisirbaren organischen Stoff, der der geringen Menge halber nicht genauer untersucht werden konnte. Fett enthielt der Schildkrötenharn immer in nachweisbaren Mengen. Der saure sedimentirende Harn enthielt 3,014 bis 3,584% feste Bestandtheile; die Asche des festen Rückstandes betrug durchschnittlich 52,5%; sie enthielt, wenn sie weiss gebrannt war, keine kohlensauren Salze, sondern nur phosphorsaure und schwefelsaure neben Chlormetallen und mehr Kali- als Natronverbindungen.

Die Excremente der Insecten bestehen grösstentheils aus den Rudimenten der Gewebstheile, welche den Thieren zur Nahrung gedient haben; sie enthalten aber, wenn man auch in ihnen nicht immer bestimmte harnbereitende Organe nachweisen kann, Materien, die sonst nur im eigentlichen Harne gefunden werden.

Dass die rothen *Excremente der Schmetterlinge* sehr viel harnsaures Alkali enthalten, ist eine bekannte Sache; *Heller* hat sie neuerdings auch gefunden. Ich fand, dass die Darmcontenta der Schmetterlinge, wenn sie Honig aufgesaugt haben, oft freie Harnsäure in sehr schönen Krystallen enthalten. Der rothe Farbstoff der Excremente ist ein öliger, im Wasser sich in Tröpfchen ausscheidender Körper; ausser diesen Stoffen enthalten jene Excremente noch etwas phosphorsauren und oxalsauren Kalk.

In die *Excremente der Raupen* geht natürlich alle Pflanzenfaser über, ausserdem aber auch sehr viel Chlorophyll und Stärkmehl; letztres sowohl in rundlicher Form, als in der Form von Stäbchen, wie es

sich in den Euphorbiaceen findet; besonders reich sind diese Excremente an oxalsaurem Kalk, der nicht blos unmittelbar aus den Ingestis herrührt; denn ich habe denselben auch in den sogenannten Gallengängen der Raupen gefunden. Obgleich die Darmsäfte und der Mageninhalt der Raupen immer stark alkalisch reagiren, so sind die Excremente doch meist neutral, ja zuweilen von saurer Reaction. Im letztern Falle findet man oft auch sehr schöne Harnsäurekrystalle darin; die Harnsäure kommt sonst aber in den Raupenexcrementen nur in sehr geringer Menge vor. Einzelne Pflanzentheile, z. B. die Spiralgefässe, finden sich in den fraglichen Excrementen sehr deutlich dargestellt wieder. Diese Excremente sind so arm an Stickstoff, dass ich z. B. in denen der Seidenraupen im Mittel dreier Analysen nur 0,362% Stickstoff fand, während die Blätter von Morus nigra = 4,560% Stickstoff enthielten.

Von dem Vorkommen von Guanin in den Excrementen der Spinnen ist bereits Th. 1. S. 178 die Rede gewesen. Nach diesem Vorkommen sowohl als dem im Guano ist es nicht unwahrscheinlich, dass das Guanin auch in den Excrementen der Vögel und in denen der meisten Insecten vorkomme, zumal da auch in dem grünen Organ des Flusskrebses die Gegenwart dieses Stoffes von *Fr. Will* und *Gorup-Besanez*[1]) wahrscheinlich gemacht worden ist.

Der Guano, jener gesuchte Handelsartikel, welcher das Product der Verwesung von Excrementen gewisser Seevögel ist, wurde sehr häufig untersucht, und je nach seinem Fundorte höchst verschieden zusammengesetzt gefunden; seine Hauptbestandtheile sind: Guanin, harnsaures Ammoniak, oxalsaures Ammoniak phosphorsaurer Kalk, phosphorsaures Talkerde-Ammoniak und oxalsaurer Kalk; ausserdem finden sich Ueberreste von Pflanzensubstanzen, ja es kommt eine Sorte vor, in welcher man die schönsten Kieselskelette von, den Bacillarien angehörigen, Infusorien antrifft.

Gehen wir nun zu den Veränderungen über, welche der Harn in krankhaften Zuständen erleidet, so thun wir wohl auch hier am besten, zunächst die Beschaffenheit desjenigen Harns näher ins Auge zu fassen, wie er sich im Fieber zeigt, jener Symptomengruppe, die ja fast alle acuten Krankheiten begleitet. Der Fieberharn ist meist von tingirterer Farbe, gewöhnlich röthlich oder rothbraun, von etwas stär-

1) *Fr. Will* und *v. Gorup-Besanez*, Gel. Anzeigen d. k. bair. Ak. d. Wiss. 1848. S. 825—828.

kerem Geruche, specifisch schwerer und reagirt stark sauer. Während des Fiebers wird überhaupt weniger Urin durch die Nieren entleert; der Harn erscheint concentrirter, insofern die Abnahme des Wassers im Fieberurin relativ weit bedeutender ist, als die Abnahme der festen Harnbestandtheile.

Die constantesten Zeichen solchen Harns sind die relative und absolute Abnahme der anorganischen Salze und die leichter erkennbare Zunahme der Harnsäure oder harnsauren Salze. Die Salzverminderung, die auch *Becquerel* und *Simon* stets gefunden haben, betrifft, wie *Simon* zuerst nachgewiesen, hauptsächlich das Chlornatrium. Auch wenn der Fieberharn nicht das gewöhnliche Sediment von harnsaurem Natron bildet, ist er doch immer absolut und relativ reicher an Harnsäure als andrer Harn. Harnstoff ist in der Regel etwas vermindert, wie *Becquerel* zuerst gegen *Simon* geltend gemacht hat. Die extractiven Materien sind gewöhnlich etwas vermehrt. Sehr oft lässt sich Milchsäure mit aller chemischen Bestimmtheit in solchem Harne nachweisen.

Im Gegensatze zu dem Fieberharne hat *Becquerel* einen *anämischen* Harn oder Harn aus Blutmangel unterschieden. Solcher Harn, der in vielen Schwächezuständen vorkommt, enthält weit weniger Harnstoff und Harnsäure, als der normale Harn; die Verminderung der Salze ist im Verhältniss zu der gewöhnlich excernirten Menge unbedeutend; im Verhältniss zu den organischen Stoffen sind sie demzufolge vermehrt; auch die extractiven Materien weichen wenig vom physiologischen Mittel ab. Ganz besonders beobachtet man solchen Harn nach oft wiederholten Aderlässen und in der Chlorose.

Wenn wir nun die Constitution des Harns in den einzelnen Krankheiten in der Art, wie man sie nach dem heutigen Stande der Pathologie zu benennen und zu unterscheiden pflegt, ins Auge fassen und nach den so zahlreichen Untersuchungen, die namentlich in den letzten zwei Decennien darüber bekannt geworden sind, zusammenzustellen und zu ordnen versuchen: so gelangen wir zu dem gerade hier so unerwarteten, traurigen Resultate, dass all unser Wissen über diesen Gegenstand fast weniger noch als Stückwerk ist. Die zahllosen Analysen krankhaften Harns haben viele und zwar vorzügliche Aerzte zu dem Glauben verführt, die Lehre von der Constitution des Harns in Krankheiten sei der vollendetste Theil der sg. pathologischen Chemie, und leider giebt es medicinische Chemiker, welche wissentlich oder un-

wissentlich Viele zu diesem Irrwahne verleitet haben. Worin liegt aber der Grund dieser für den der pathologischen Chemie Beflissenen wo nicht beschämenden, doch betrübenden Erfahrung? Es ist mehr als ein Grund vorhanden, weshalb die angestrengtesten Bemühungen vieler wackern Forscher durch den Erfolg so wenig belohnt worden sind. Schon öfter ist anderwärts hervorgehoben und auch hier erwähnt worden, dass die ganze Methode der Untersuchung meist der Art war, dass sie zur Aufstellung der Schlüsse und allgemeinen Sätze, die man aus den Resultaten der Analyse ableitete, keineswegs berechtigte; haben wir doch schon in der methodologischen Einleitung (Th. 1.) auf die Irrthümer hingewiesen und auf die Momente aufmerksam gemacht, welche zu Fehlschlüssen Veranlassung gaben. Beim Harn häufen sich aber die Hindernisse und Schwierigkeiten einer systematischen und wahrhaft wissenschaftlichen Untersuchung; wendet man auch alle Mittel an, die uns zu einer solchen rationellen Forschung zu Gebote stehen, so gelangt man doch oft nicht zu dem Ziele: die allgemeinen Eigenschaften und die für eine bestimmte Krankheitsform eigenthümliche Zusammensetzung des Harns zu ermitteln; denn der Harn ist ja selbst im physiologischen Zustande, noch mehr aber im pathologischen, eine so veränderliche Flüssigkeit, dass in sehr vielen Fällen nicht zu unterscheiden ist, ob die beobachteten Veränderungen vom krankhaften Processe selbst oder nur von zufälligen Einwirkungen abhängen; beobachten wir sorgfältig die Veränderungen, welche der Harn oft innerhalb eines Tages und zwar nicht blos im Typhus oder abnorm verlaufenden acuten Exanthemen, sondern selbst in regulär verlaufenden Entzündungen erleidet, so wird man deutlich genug darauf hingewiesen, dass der Harn sich nach dem jeweiligen Zustande des Organismus, nach den äussern Einwirkungen und gleichzeitig nach gewissen Symptomencomplexen weit mehr richtet, als nach dem Wesen des krankhaften Processes; pflegt doch selbst das Eiweiss im Bright'schen Harn sich erheblich zu vermindern, ja fast zu verschwinden, wenn sich der chronischen Form dieser Krankheit eine Affection beigesellt, welche entzündliches Fieber bedingt; der für jene Krankheitsform so characteristische Harn verliert fast alle seine unterscheidenden Merkmale und nimmt in qualitativer und quantitativer Hinsicht den Character entzündlich-fieberhaften Harns an. Es dünkt uns daher vorläufig richtiger, die Constitution des Harns bei gewissen krankhaften Zuständen, bei einzelnen Symptomengruppen zu ermitteln und die etwa gewonnenen analytischen Resultate mit einander zu vergleichen,

als dasselbe für gewisse diagnostisch unterschiedene Krankheiten zu unternehmen. Diess lehren auch die so zahlreichen und mit ungewöhnlicher Ausdauer durchgeführten Harnanalysen *Becquerel's*; die Resultate dieser grossen Arbeit bewiesen weniger diess, dass gewisse Krankheitsgruppen von bestimmten Veränderungen in den Proportionen der festen Bestandtheile begleitet sind, als dass in den meisten Krankheiten die erheblichsten Schwankungen in der Zusammensetzung des Harns vorkommen, Schwankungen, welche mehr durch zufällig auftretende Einzelerscheinungen als durch den speciellen krankhaften Process bedingt sind. Das Blut, obgleich auch in ihm oft genug sichtlichere Veränderungen durch Nebenerscheinungen bedingt werden, als durch den wesentlichen krankhaften Process, behält immer noch weit mehr den ihm vom letztern aufgedrückten Stempel der Abnormität, als der Harn; diess rührt wohl daher, dass auch im krankhaften Zustande das Blut noch die Fähigkeit beibehält, untaugliche Substanzen möglichst auszuscheiden, wenn nicht durch die Nieren, doch auf andern Wegen, während im Harn sich alles anhäuft, was der augenblickliche Zufall im Blute erzeugt und den Nieren zuführt.

Wenn aber diese und viele andre Verhältnisse dem Streben der Forscher entgegen waren, für die einzelnen acuten Krankheiten bestimmte, stets wiederkehrende Eigenschaften und Mischungen des Harns zu finden, so hätte man wohl hoffen dürfen, dass wenigstens in chronischen Krankheiten, wo so schneller Wechsel der Erscheinungen, wie in acuten Formen, nicht gewöhnlich ist, die Bestrebungen so vieler Forscher durch erklekliche Resultate belohnt worden seien. Allein leider finden wir uns auch hier bitter getäuscht, und zwar zunächst deshalb, weil die Abweichungen der Zusammensetzung des Harns in diesen Zuständen meist nur sehr gering sind, ja weit geringer, als jene Schwankungen, die im Harn überhaupt durch rein physiologische Verhältnisse, namentlich Nahrungsmittel und übriges diätetisches Verhalten, bedingt werden. Hat man denn wirklich schon entschiedene Charactere gefunden im Harn bei Tuberculösen, Krebsigen, Arthritischen u. s. w.? Conjecturen, den Schein empirischer Resultate annehmend, in Menge, aber keine auf wissenschaftliche, exacte Beobachtungen begründete Thatsachen. Bei Tuberculose sollte z. B. nach *Donné* der Harn nach dem Verdunsten unter dem Mikroskop eine klebrige Masse von Honigconsistenz hinterlassen; wer hätte diess nicht auch bei anderem Harne beobachtet? Nach Einigen ist der arthritische Harn durch

Reichthum an Harnsäure, nach Andern durch Armuth oder Mangel an derselben characterisirt. Wenn an dieser schroffen Differenz auch der vage Name Arthritis und die ärztliche Diagnose die Schuld mit trägt, so gibt es doch noch hundert andre Fälle, wo Ansichten von kaum geringerer Differenz selbst von einem und demselben Beobachter aufgestellt worden sind.

Aber wir haben ja in dem Obigen eine Anzahl Stoffe namhaft gemacht, die nur abnormer Weise im Harn vorkommen; sind diese nicht für einzelne pathologische Processe characteristisch? Eiweiss, Faserstoff, oxalsaurer Kalk u. dgl. sind aber nicht für specifische Krankheitsfamilien characteristisch, sondern nur für einzelne, verschiedene Krankheiten begleitende, Processe oder Symptomencomplexe; wir haben oben uns bemüht, ausführlicher zu zeigen, wie viel verschiedene Bedingungen z. B. auf den Uebergang von Albumin in den Harn einwirken können, und dass diese Bedingungen bei den verschiedensten Krankheitssippen vorkommen. Ist man doch allgemein davon zurückgekommen, Albuminurie für eine specifische Krankheit zu halten, während sie nur ein Symptom verschiedener Krankheiten ist.

Es gibt ja aber auch abnorme Stoffe im Harn, die so verschieden von den gewöhnlich im Harn oder überhaupt im thierischen Organismus enthaltenen Materien sind, z. B. die rothen, grünen und blauen Farbstoffe, Cystin und Xanthin, dass diese offenbar einen bestimmten pathologischen Process, ja eine specifische Krankheitsform voraussetzen. Diess könnte wohl möglich sein, allein wer sich des oben erwähnten Vorkommens dieser Stoffe erinnert, wird sich bewusst sein, dass auch kein einziger dieser überdiess nur sehr selten beobachteten Stoffe irgend einer Krankheitsform eigenthümlich angehörend gefunden worden ist.

Bei dieser Rathlosigkeit, in der sich die pathologische Chemie rücksichtlich der Zusammensetzung des Harns in bestimmten Krankheiten befindet, ergriffen einige Forscher den kühnen Ausweg, die Constitution des Harns nicht etwa nach den Krankheiten zu betrachten, sondern nach der Constitution desselben und dessen Gehalte an einzelnen Stoffen ganz neue Krankheiten zu erfinden, die man Diathesen zu nennen beliebte, harnsaure, oxalsaure Diathese, Harnstoffdiathese u. s. w. Man verfiel auf diese Weise in denselben Fehler, der den ältern Aerzten so sehr zum Vorwurfe gemacht wird, dass man nämlich nur nach einem einzelnen Symptome die Krankheiten eintheilte, anstatt sie nach

natürlichen Familien zu gruppiren, deren Distinction nicht auf Symptome, sondern auf Processe begründet ist. Wir haben uns in dem Obigen schon öfter gegen die Annahme solcher Diathesen ausgesprochen, so dass es überflüssig sein würde, hier weiter darauf zurückzukommen. Man könnte dem aber wohl entgegnen: ist denn der Diabetes mellitus nicht auch eine Diathese? und wird diese als besondre Krankheit nicht allgemein angenommen? Unsrer Ueberzeugung nach ist auch diese Erscheinung nur ein Symptom, mit welchem blos eine bestimmte Reihe von Erscheinungen in ursächlichem Zusammenhange steht, wie viele andre Symptome ebenfalls mit den ihnen zugehörigen Erscheinungen. Ist in Folge irgend einer Abnormität der thierischen Stoffmetamorphose, in Folge eines mechanischen oder physiologischen Hindernisses, die Umwandlung des Zuckers im Blute gehemmt, so wird dieser, wie directe Versuche von *Bernard*, mir und *Kersting* erwiesen haben, möglichst schnell durch die Nieren abgeschieden, zu dessen Abscheidung wird aber, wie das oben die Versuche an Thieren lehrten, immer eine grosse Menge Wasser verwendet; das Blut wird arm an Wasser, daher der Durst, daher die unterdrückte Hautausdünstung der Diabetiker, die pergamentähnliche Haut u. s. w. Bei den Autopsien am Diabetes Verstorbener finden wir fast immer pathologisch-anatomische Veränderungen, allein wie verschieden sind diese! Bekanntlich werden tuberculöse Lungen sehr häufig bei Diabetes beobachtet, aber auch hie und da Leiden der Unterleibsorgane, des Rückenmarks u. s. w. Zucker im Harn ist also wohl ein ebenso zufälliger, inconstanter Begleiter der Tuberculose, als Eiweiss im Harn bei Hydrops; indessen wird er, gleich diesem, immer an bestimmte Verhältnisse gebunden sein, wie wir sie bei Eiweissgehalt des Harns in Hydrops zu deuten versucht haben, wie wir sie aber bei Zuckergehalt des Harns neben Tuberculose noch nicht zu deuten verstehen. Doch Hydrops ist eben so gut wie Tuberculose nur ein Gruppensymptom; erst eine künftige Aera der Medicin wird uns lehren, anstatt die Krankheiten nach einzelnen pathologisch-anatomischen oder nach chemischen Characteren zu gruppiren, dieselben nach bestimmt ausgesprochenen chemisch- und physikalisch-physiologischen Processen in Familien und Species einzutheilen.

Sollen wir nach dieser Anschauung, die wir von der Constitution des Harns in den heute gültigen Krankheitsspecies haben, auf die Eigenschaften und die Zusammensetzung des Harns und auf die Veränderungen, die derselbe in jeder einzelnen Krankheit erleidet, nun noch

näher eingehen, zumal, da wir bereits in dem Obigen nach chemischen Kategorien die Verschiedenheiten krankhaften Harns in Betracht gezogen haben? Wir glauben nicht; besser ist es, die Schiffe, die uns bis jetzt auf manchen Irrfahrten geleitet und uns endlich auf einen festern Boden geführt haben, hinter uns zu verbrennen; mögen einzelne Funken der vielen aufgestapelten Spreu uns wenigstens noch die Richtung erkennen lassen, die wir auf neuen, sichrern Wegen einzuschlagen haben. Werden wir dereinst, sowie wir es vorläufig im dritten Theile zu versuchen anfangen, im Stande sein, aus den positiven Ergebnissen der physikalischen und chemischen Untersuchung der thierischen Gewebe und Säfte die physiologischen Processe im gesunden und krankhaften Thierkörper zu errathen: dann dürften wir auch vielleicht dahin gelangt sein, für die alsdann gültigen Krankheitsfamilien und Gruppen bestimmte Charactere des Harns aufzustellen.

Bei dem Mangel an systematischen Untersuchungen normalen und abnormen Harns, bei den noch geringen Fortschritten, welche die organisch-chemische Analyse gemacht hatte, pflegte man sonst einen sehr hohen Werth auf die Analyse der Harnconcremente und auf die Harnsteine überhaupt zu legen. Vom wissenschaftlich pathologischen Standpunkte können wir die Lithiasis eben so wenig, als irgend eine der oben berührten Diathesen gelten lassen; sie liegt als Krankheit ausser unsrer Anschauungsweise. Was über die Genesis dieser Concremente übrigens gesagt werden könnte, ist leicht aus dem oben über die Harngährung (S. 403 ff.) Mitgetheiltem zu ersehen. Die Analyse solcher Concremente fällt entweder ganz der anorganischen Chemie anheim oder kommt auf die an verschiedenen Orten dieses Werks angeführten Methoden der zoochemischen Untersuchung hinaus. Wer in der Zoochemie nicht ganz fremd ist, für den bedarf es nicht jener ausführlichen Monographien über Harnconcremente, an welchen unsre Literatur so reich ist. Wenn aber der praktische Arzt in diesem Falle, wie wahrscheinlich in vielen andern, in diesem Werkchen nicht das gefunden haben sollte, was er nach so manchen Lobpreisungen der pathologisch-chemischen Errungenschaften erwarten zu dürfen glaubte: so möge er bedenken, dass nicht an einem Tage der kaum gelegte Saamen aufgeht, Blüthen treibt und Früchte trägt, und dass Decennien noch vergehen werden, ehe das erreicht wird, was die sanguinischen Hoffnungen mancher Medicochemiker ihm vorgaukelten. Die wahrhaft wissenschaftlichen, physiologischen und pathologischen Resultate kann

uns erst die Lehre von den physiologischen Processen geben, von welcher im dritten Theile dieses Werks die Rede sein wird.

Der ganzen Anlage dieses Werks gemäss sollten wir noch über die Genesis der Harnbestandtheile ebensowohl als über die physiologische Dignität der Harnabsonderung uns verbreiten: allein alles das hierher Gehörige ist entweder aus der im dritten Theile dieses behandelten Histochemie (chemischen Gewebslehre) abzuleiten oder fällt so vollständig mit der Lehre vom chemischen und mechanischen Stoffwechsel zusammen, dass wir erst dort diesen Gegenstand genügend erörtern können.

Ende des zweiten Theils.

STAATSBIBLIOTHEK BAMBERG

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Lehmann, Carl Gotthelf, 1812-1863

Lehrbuch der physiologischen Chemie

Bd.: 2

Leipzig 1850

Bamberg, Staatsbibliothek -- Ch.o.173(2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11438232-4